REVISTA DE AGRICULTURA

DE

PUERTO RICO

PUBLICACIÓN OFICIAL DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y TRABAJO

Entered as second-class matter February 9, 1920, at the post office at San Juan, Porto Rico, under the Act of March 8, 1879. Acceptance for mailing at special rate of postage provided for in Section 1102, Act of October 3, 1917, authorized July 21, 1920.

Jaime Bagué . . . . . Editor Jefe

CO-EDITORES

O. W. Barrett . . . . . Fomento Agrícola
R. Fernández García . . . . . Estación Experimental
Wm. P. Kramer. . . . . . Bosques
Carmelo Honoré . . . . . Trabajo

Felipe Jiménez Rivera . . . . . *Director*
Virgilio Ramos Rodríguez . . . . . *Administrador*

ÍNDICE DE MATERIAS

MES DE JULIO DE 1929.

	Página
Página del Director	3
Franklin Summer Earle. Por Melville T. Cook	4
Cruces con Variedades de Java y Barbados en Puerto Rico. Por Robert L. Davis	5
La Planta, El Aire y El Suelo. Por Isidoro A. Colón	6
Relación Entre las Variedades de Caña y los Problemas Agrícolas Prevalecientes en Algunas Zonas Cañeras de la Isla. Por Pedro Richardson	10
Manufactura de Abonos en Puerto Rico. Por Julio Mercado	15
El Cruce y la Selección Como Medios para Conseguir Nuevas Variedades de Caña de Puerto Rico. Por Rafael Bermúdez	18
La Pérdida de Nitrógeno en las Tierras Cultivadas de Caña. Por E. D. Colón	22
La Germinación de la Guajana de la Yellow Caledonia. Por Luis de Celis	24
Abonos para Caña de Azúcar en Puerto Rico. Por Isidoro A. Colón	25
Estudio del Aumento de Producción de Azúcar en Puerto Rico. Por José Oscar Bravo	28
Conveniencia del Uso de las Chimeneas sin Viento. Por Felipe Vidal	36
Aplicación Práctica de la Determinación del Valor pH en los Suelos de Labor. Por Juan Amedée Bonnet	37
Informe Mensual del Laboratorio de Abonos. Por Rafael Vilá Mayo	42
Servicio de Inspección y Cuarentena de Plantas. Por Luis A. Catoni	43

San Juan, P. R., Bureau of Supplies, Printing, and Transportation, 1929

Podemos Ahora Suministrar

EL

Tratamiento Preventivo del Moquillo Canino

por el

Método LAIDLAW-DUNKIN

Los *Lederle Antitoxin Laboratories* están ahora en posición de suministrar a los veterinarios el tratamiento completo preventivo del moquillo canino, conforme a los descubrimientos de *Laidlaw* y *Dunkin* de Inglaterra.

Antes de emprender la distribución de dicho tratamiento, se hicieron cuidadosos ensayos con ambos, la vacuna y el virus, y además de las numerosas pruebas de pureza, esterilidad y conservación, centenares de perros fueron inoculados, no solo como medio de protección, sino también para poder observar la seguridad del producto.

La inmunización consiste de dos operaciones distintas: Primera, la administración de la vacuna antimoquillosa y segunda, la inyección de una dosis pequeña de virus moquilloso viable. Estas inyecciones se administran a intervalos de 14 a 21 días y confieren inmunidad sólida y estable.

El hecho probado de que el virus contra el moquillo canino conserva su actividad por lo menos cuatro semanas cuando se seca al vacío, nos ha puesto en posición de ofrecer dicho tratamiento a los veterinarios en todo los Estados Unidos. De este modo estamos cumpliendo todos los requisitos del procedimiento descubierto por *Laidlaw* y *Dunkin* y sancionado por el Consejo Británico del Moquillo.

Suministramos informes completos a solicitud.

LEDERLE

ANTITOXIN LABORATORIES

NEW YORK

SUCURSAL EN PUERTO RICO

CALLE SALVADOR BRAU NUM. 76

SAN JUAN, P. R.

Revista de Agricultura de Puerto Rico

Año XIII—No. I | San Juan, P. R., Julio 1929 | Vol. XXIII

MOTIVOS DE ESTA EDICIÓN

PÁGINA DEL DIRECTOR

La presente edición de nuestra REVISTA contiene todos los trabajos presentados ante la Asociación de Tecnólogos Azucareros de Puerto Rico, en su última reunión anual.

En este organismo, casi desconocido en Puerto Rico como todo lo sustancialmente meritorio, se han debatido, con aportación de datos, y a la lumbre de la moderna ciencia, los temas de mayor interés para la agricultura en general y la industria azucarera en particular, abarcando en sintética excursión el amplio campo de las experimentaciones en análisis de suelos, manufactura química de abonos, selección de variedades de caña, etc. etc.

JUNTA DIRECTIVA
de la
Asociación de Tecnólogos Azucareros de Puerto Rico

Presidente
Isidoro A. Colón

Vice-Presidente
Melville T. Cook

Secretario Tesorero
Félix R. Hilera

Vocales
Edmundo D. Colón
Bienvenido Martínez
Manuel Margarida
Robert L. Davis

No son absolutamente inéditos los trabajos insertos en este número; muchos de ellos, aunque en forma irregular, aparecieron en Puerto Rico, en Revistas y Diarios, y otros fueron a parar al silenciario de los archivos sin que la luz que irradiaron se haya incorporado a las docentes prácticas agrícolas.

Por este motivo, y para conservar la aportación científica de los tecnólogos a la industria primera de Puerto Rico, nos decidimos a reunir los temas en nuestra publicación añadiéndole un trabajo del Sr. Isidoro A. Colón presentado en la sesión anterior, y una tesis del señor Bravo estudiando las causas del aumento en producción de azúcar en nuestra isla.

A estas horas, la Asociación de Tecnólogos Azucareros está saboreando un triunfo de resonancia mundial. Los delegados que de su seno asistieron al Congreso Internacional de Técnicos Azucareros reunidos en la remota isla de Java, consiguieron escoger a Puerto Rico como la sede para su próxima asamblea anual.

Triunfo espléndido con que atavían sus gestiones los delegados de Puerto Rico, Señores del Valle y Fernández García, que se refleja sobre todos los técnicos de la Asociación y muy principalmente sobre los elementos integrantes de la nueva Junta Directiva.

Franklin Summer Earle

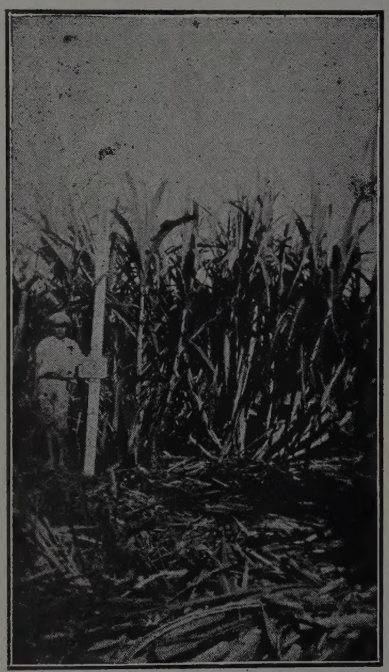
Por *Melville T. Cook,*
Patólogo Estación Experimental Insular.

Los que tuvieron el placer de conocer íntimamente al ciudadano cuyo nombre encabeza este artículo comprenderán cuán difícil se hace expresar nuestra admiración hacia este hombre y su espléndida labor.

El que esto escribe tuvo el privilegio de gozar de una amistad íntima con el Profesor F. S. Earle por más de un cuarto de siglo. No recuerdo la fecha exacta en que nos conocimos, pero allá para el mes de julio de 1904, me tocó ir a la república de Cuba a formar parte del personal técnico de la Estación Central Agronómica de que él era Director. Con anterioridad a esta fecha yo había sido estudiante y catedrático y fué el Profesor Earle quien me trazó perspectivas prácticas para la aplicación de mis conocimientos. Fué Durante los dos años que permanecí en dicha Estación Central Agronómica donde aprendí a admirar al Profesor Earle, como he admirado a muy pocos hombres.

El Profesor Franklin Summer Earle nació en Dwight, Illinois, en 4 de septiembre de 1856, y abandonó esta vida en su residencia de Herraduras, Cuba, el día 31 de enero de 1929. Fué por algún tiempo estudiante de la Universidad de Illinois pero no llegó a completar su curso de estudios. En 1895 fué nombrado Catedrático-Adjunto de Horticultura y más tarde catedrático de Biología y Horticultura en el Instituto Politécnico de Alabama, puesto que conservó hasta 1901. Earle fué uno de los pocos hombres que han desempeñado cátedras en América sin poseer un grado académico. No obstante, en 1902, la institución en que había servido le confirió el grado honorario de Maestro en Artes.

Entre los otros puestos que desempeñó figuran el de Micólogo auxiliar, en la Universidad de Illinois en 1886, superintendente de la rama de la Estación Experimental de 1892 al 95;



La variedad de caña P. O. J. 2725 mientras estaba en su período de observación en los terrenos de la Estación Experimental en Río Piedras, Puerto Rico.

Patólogo Vegetal a cargo del herbario del Departamento Nacional de Agricultura de 1895 al 96; Curador Auxiliar en el Jardín Botánico de Nueva York de 1901 a 1904, Director de la Estación Agronómica de Cuba de 1904 al 6; Inspector Agrícola de la Cuban American Sugar Cane Culture hasta 1908; en el Departamento de Agricultura Federal de 1918 al 19; Experto de la Estación Experimental Insular de Puerto Rico de 1919 al 21, Consultor Agrícola en la Central Aguirre, Puerto Rico de 1921 al 23; en la Compañía General Azucarera de Cuba de 1923 al 24; y Tecnólogo de Caña de Azúcar en la Tropical Plant Research Foundation de 1924 al 28.

Esta concurrencia conoce tan de acá el trabajo de Earle en Puerto Rico que es innecesario que yo añada un comentario más a lo que es de todos ustedes sabido. Ustedes saben perfectamente que la elevada posición que ocupa Puerto Rico en el mundo azucarero se debe principalmente a la labor del Profesor Earle. Saben que su trabajo ha sido el amplio yacimiento básico sobre el cual otros han edificado. El trabajo de este extinto sabio permanecerá como una autoridad en los años del porvenir.

El Profesor Earle escribió un gran número de boletines científicos y varios libros de indisputable autoridad sobre ciertos grupos de hongos, agricultura tropical y especialmente sobre caña de azúcar. El alto rango que ocupaba entre los técnicos de la "American Plant Scientists" lo acredita el hecho de haber sido electo presidente de la Sociedad Botánica de América en 1906.

Con alguna frecuencia los compañeros de labor del Profesor Earle le comparaban con Abraham Lincoln en parte por el notable parecido que tenía con el gran Emancipador, poco antes de que éste llegara a la presidencia de la Nación; y en parte a causa de su escrupulosa honradez.

En todo su trabajo y en todas sus negociaciones el Profesor Earle mostró una honradez sin mácula. Acaso habría sido mejor para él que alguna vez se hiciera el ciego para las faltas y los desvíos de los demás. Hablaba con tono compasivo al juzgar las caídas de sus asociados pero jamás transigió con la deshonradez. Al profesor Earle no le preocupó jamás el mantener una posición en la que debía aceptar puntos de vista de otros a quienes él creía equivocados. La vida de nuestro amigo el Profesor Franklin Summer Earle es en verdad un modelo, lleno de inspiración para todos los jóvenes técnicos y los expertos agrícolas.

Cruces con Variedades de *Java* y *Barbados* en Puerto Rico

Por *Robert L. Davis,*
Agrónomo de la Estación Experimental Insular de Mayagüez.

En la reunión semestral de la "Asociación de Técnicos Azucareros de Puerto Rico", celebrada el domingo 14 de julio en el salón de actos de la Biblioteca Carnegie, San Juan, el tercer número del programa estuvo a cargo del señor Robert L. Davis, Agrónomo de la Estación Experimental Insular de Mayagüez. Auxiliado de una cinta cinematográfica, el Sr. Davis demostró gráficamente las ventajas de las variedades derivadas mediante cruce de otras cañas con las híbridas de Java y Barbados, llegando a las siguientes conclusiones:

"Que la resistencia a la enfermedad del MOSAICO, equivalente a inmunidad, puede obtenerse de la selección de cañas que contenga solamente una octava parte de "sangre" Kasseer. Que la inmunidad al MOSAICO es transmitida por la P.O.J. 2725 en combinación con la S.C. 12/4 o con la B.H. 10/12. Que de parte de la P.O.J. 2725, en el cruce, se consiguen las ventajas de un rápido y temprano crecimiento. así como una fuerza extraordinaria en el desarrollo, ambas cualidades superiores a las características respectivas de las Barbados utilizadas como padres. Que en cuanto a riqueza del jugo, puede decirse que no hay desventaja en el cruce de la variedad javanesa P.O.J. 2725 con las variedades de Barbados, si se hace una buena selección de estas últimas, toda vez que la proporción de las semillas de alta sucrosa es más o menos igual en las variedades híbridas de Java y Barbados. Semillas aún superiores a la B.H. 10/12 en su contenido de sucrosa, pueden conseguirse de los cruces de P.O.J. 2725 con la S.C. 12/14. A la resistencia al MOSAICO hay que agregar la resistencia que ofrece a la sequía, ya que, prácticamente, todas las semillas "Mayagüez" que resisten el MOSAICO, poseen a la vez la ventaja de un follaje que sobrelleva extraordinariamente las sequías. Los datos que hasta la fecha se han acumulado no son suficientes para hacer conclusiones en cuanto a tonelaje tanto en gran cultura como retoños; pero el crecimiento temprano y vigoroos y las cañas de largas dimensiones desarrolladas en Mayagüez, lo mismo en retoños que en gran cultura, justifican las pruebas en campos de mayor extensión. Y que de las variedades híbridas de Java y Barbados pueden desarrollarse otras que sean más fuertes, más resistentes a las sequías y a las enfermedades que las variedades de Barbados, y así también más dulces y de mayor contenido en sucrosa que cualquiera de ambos progenitores."

El Sr. Davis explicó cómo había encontrado casos en que la enfermedad del matizado atacó a pichones de cepas de cañas, desapareciendo más tarde, sin que en las hojas pudieran advertirse las características de aquella enfermedad.

Este punto de la disertación del Sr. Davis fué motivo de varias preguntas de los asistentes. Luego el Dr. Cook informó que en conexión con lo expuesto por el Sr. Davis se están llevando a cabo ciertos trabajos de investigación en la Estación Experimental Insular de Río Piedras, y el Sr. E. D. Colón relató que cuando vino a Puerto Rico el Dr. Agee, Presidente de la Asociación de Productores de Azúcar del Hawaii, lo llevó a él a ver una plantación de Java–36 que estaba enferma de matizado, aunque no se advertían las características de la enfermedad. El Sr. Colón preguntó al Dr. Agee si él creía que aquella planta estaba matizada, obteniendo como respuesta que por el aspecto no podía decir si lo estaba o no. "Este caso, con otros anteriormente registrados, venía a sostener la teoría de recuperación, por lo menos aparente, en cuanto al matizado", agregó el Sr. Colón.

Repicando variedades de caña en la Estación Experimental para propagarse en el campo.

La Planta, El Aire y El Suelo

(Breve Reseña Histórica de las Teorías Sobre la Nutrición Vegetal)

(Trabajo presentado ante la Asociación de Tecnólogos Azucareros de Puerto Rico, 14 de Julio 1929)

Por *Isidoro A. Colón*,
Ingeniero Químico Agrícola, Superintendente-Químico de la Porto Rico Fertilizer Co., San Juan, P. R.

Muy poco se sabe sobre el origen de la agricultura relacionándose en todos los pueblos con tradiciones inverosímiles y leyendas fabulosas de héroes y dioses. La mayoría de las naciones de la antigüedad atribuían a la agricultura un origen divino, así tenemos que Brahma fué su fundador en India, Isis en Egipto, Démeter en Grecia y Ceres en Italia. Según el Génesis, Abel fué el primer agricultor y Caín el primer ganadero. Los más antiguos documentos históricos conocidos, los monumentos egipcios de las primeras dinastías, muestran la agricultura bastante desarrollada ya y en estado floreciente. Indudablemente que los primeros pobladores de la tierra se mantenían de la caza, de la pesca y de los frutos silvestres de los árboles de los bosques, viéndose más tarde obligados a cultivar el terreno para aumentar su producción y obtener de él algo más que raíces y productos espontáneos. Los primeros instrumentos agrícolas tuvieron que ser forzosamente muy rudimentarios consistiendo al principio, probablemente, de trozos de madera convenientemente aguzados, más tarde de pedazos de piedra a los que dieron formas adecuadas, y finalmente, al descubrirse el hierro, de implementos de mayor perfección y utilidad. La forma más simple de agricultura es aquella en que se obtienen de un pedazo de tierra todas las cosechas posibles hasta agotarlo, abandonándolo entonces para cultivar otro campo virgen. Este sistema extensivo de cultivo era practicado por las tribus nómadas y pastoriles de las primeras edades, pero según se fueron fundando aldeas, pueblos y ciudades, aumentando la población, y estableciéndose límites a la propiedad y fronteras a las naciones, fué necesario abandonar estas prácticas nómadas e intensificar la producción mejorando gradualmente los procedimientos agrícolas. Un dato curioso e interesante de estas primeras etapas de progreso y desarrollo agrícola es que la mujer no tan sólo atiende a los niños y a los quehaceres domésticos, sino que también es la encargada de cultivar la tierra y recolectar los frutos, mientras que el hombre desprecia la agricultura y se dedica a la guerra, la caza, la pesca y al pastoreo y cría de animales, y sólo con la introdución del arado tirado por bueyes se hace agricultor. La importancia del papel desempeñado por la mujer en la infancia de la agricultura ha sido reconocido desde los tiempos más remotos y probablemente a ello se debe la larga lista de diosas de la agricultura que existe en la mitología.

El establecimiento fijo de las tribus nómadas para formar aldeas y pueblos fué un procedimiento lento que tomó miles de años, y que aún no ha terminado, pues existen tribus nómadas en Asia y Africa que se están estableciendo actualmente. Los datos históricos que tenemos a mano parecen indicar que los primeros poblados fueron establecidos en Egipto, Babilonia y China varios miles de años antes de la era cristiana, e indudablemente que fué entonces que se inició el gran desarrollo y progreso sorprendente que caracteriza la agricultura de estos pueblos de la antigüedad y que alcanzó su mayor esplendor en tiempo de los romanos. Los antiguos nos legaron excelentes tratados sobre el cultivo de las tierra. Los escritos de Hesido y Homero, poestas griegos que vivieron nueve o diez siglos antes de la era cristiana, nos dan una idea clara de los conocimientos agrícolas de aquellos tiempos. Magón, general cartaginés, a quien sus propios enemigos, los romanos, llamaban Padre de la Agricultura, escribió un tratado sobre agricultura que consta de 28 libros. Según se cuenta, dicha obra fué salvada de las llamas durante la toma y destrucción de Cartago por el general romano Publio Cornelio Escipión Emiliano quien la presentó al senado romano que ordenó su traducción del púnico al latín. Catón el Censor, Varrón, Columela y Palladius, famosos agrónomos latinos, hicieron notables estudios y observaciones sobre agricultura que consignaron en libros de gran valor y utilidad. Virgilio en sus admirables Geórgicas nos habla de la necesidad de dejar descansar las tierras y practicar el barbecho, de la conveniencia de alternar los cultivos, del efecto beneficioso de las leguminosas que bonifican el terreno en lugar de agotarlo como hacen otras plantas, de la acción fertilizante de las cenizas y estiércoles, de la importancia de seleccionar las semillas para evitar su degeneración, de las ventajas de la irrigación y drenaje de los suelos, y de lo provechoso que resulta labrar y dividir bien la tierra para hacerla más productiva y estudiar sus características para cultivar en ellas las plantas que mejor se adapten a sus condiciones especiales. Plinio en su Historia Natural, tratado en el que están resumidos todos los conocimientos y prácticas agrícolas de la época, nos da también útiles indicaciones sobre el cultivo de los cereales, uso de estiércoles y cal, y cría de animales domésticos.

El respeto y aprecio que tenían los

romanos por la agricultura y por los que trabajaban la tierra queda demostrado al enviar por Cincinnato el senado romano para actuar como dictador en momentos críticos para la nación. Cuenta la tradición que al llegar el mensajero con la noticia del honor conferídole encontró a Cincinnato labrando la tierra, a cuya ocupación volvió después de haber desempeñado por dos veces su difícil cometido a satisfacción de todos.

Como se ve por lo arriba expuesto, la agricultura en tiempo de los romanos adquirió un alto grado de desarrollo y hay muy poco en nuestras actuales prácticas agrícolas que no fuese conocido por ellos. Liebig, en sus "Cartas Sobre la Agricultura Moderna", escritas hace poco más o menos ochenta años, al comentar la exactitud y la excelencia de los trabajos agrícolas de Columela, Catón, Varrón, Virgilio y Plinio decía que el maestro moderno no podía enseñar nada que no fuese sabido hace más de dos mil años por los antiguos romanos. El problema de mantener la fertilidad del suelo que tanto nos preocupa en la actualidad y que tanto se ha debatido en las reuniones celebradas por nuestros hombres de ciencia modernos, fué debatido hace más de dos mil quinientos años por los antiguos atenienses y un poco más tarde por los romanos, y en China, dos mil trescientos años antes de Cristo, se hizo la primera clasificación de suelos estableciéndose nueve clases distintas de tierras. También encontramos en los escritos de los griegos y romanos conceptos claros sobre los diferentes tipos de tierras y sus diferentes grados de fertilidad y capacidad productiva, y consejos útiles sobre la forma más adecuada de cultivar cada tipo de terreno indicando al mismo tiempo las cosechas que mejor se adaptan a cada clase de tierra. No obstante este gran adelanto de los romanos en las prácticas agrícolas, y debido al gran atraso en que se encontraban en aquellos tiempos las ciencias naturales, desconocían por completo la verdadera composición del suelo, la planta, el aire y el agua, por lo que sus teorías sobre la nutrición vegetal y sus interpretaciones de los hechos tenían necesariamente que ser erróneas e incompletas, no pudiendo explicarse satisfactoriamente cómo una pequeña semilla se transforma en una hermosa planta, ni qué fuerza misteriosa la hace crecer. Tenían la idea que la planta absorbe por las raíces los jugos del suelo, y suponían que las partículas de tierra finamente divididas, mezcladas con ciertas sales, eran el único alimento de la planta, por cuya razón labraban bien la tierra para facilitar la entrada de las partículas térreas en los canales de las raíces.

Después de la caída del Imperio Romano las continuas luchas y revueltas de la Edad Media no fueron favorables al desarrollo de la agricultura y de las doctrinas agrícolas y fué ésta una época de estancamiento y decadencia que duró más de mil años, no ocurriendo hasta el siglo XVI nada que valga la pena de narrarse.

En 1563 el francés Bernardo de Palissy publicó su "Tratado de las Sales y de la Agricultura" en el cual expuso ideas claras y exactas sobre la nutrición vegetal. Según Palissy, las plantas toman del suelo cierta cantidad de sal que se convierte en cenizas al quemarse la planta y que hay que restituir al terreno si se quiere conservar su fertilidad, y es a esta materia mineral (sal) y no a la materia orgánica que contienen los estiércoles a lo que se debe sus propiedades fertilizantes. Estas ideas avanzadas de Palissy fueron olvidadas por sus contemporaneos y no fueron recordadas hasta que Liebig las formuló de nuevo en 1840.

El alquimista holandés Van Helmont (1577–1644) consideraba que el agua era el único alimento de las plantas y sostenía sus teorías con el siguiente experimento confirmado más tarde por Roberto Boyle (1661): sembró Van Helmont un arbolito (sauce) que pesaba cinco libras en un tiesto que contenía doscientas libras de tierra seca y lo regó diariamente con agua de lluvia durante cinco años, al cabo de los cuales encontró que el árbol había aumentado ciento sesenta y cuatro libras en peso y el suelo había perdido sólo dos onzas, por lo que llegó a la conclusión que el aumento en peso fué debido exclusivamente al agua, deducción que sabemos hoy que es incorrecta por no haber tomado Van Helmont en consideración el *aire* que rodeaba la planta y las dos onzas perdidas por el *suelo*.

Algún tiempo después, aproximadamente en 1650, Glauber introdujo la hipótesis que el salitre es el principio esencial de la vegetación, hipótesis que fué sostenida por Mayow y otros, mientras que Kulbel, (1741) sostenía que el humus era el principio fundamental de la nutrición de la planta. Así pues, tenemos después del Renacimiento dos teorías completamente opuestas sobre la nutrición vegetal: la teoría de la alimentación mineral de Palissy y Glauber, y la teoría del humus de Kulbel y otros, contando ambas hipótesis con numerosos partidarios.

En 1701 Jethro Tull resucitó las antiguas teorías de Catón, Columela, Virgilio y Plinio de que las plantas absorben por las raíces pequeñas partículas de tierra por lo que para obtener buenas cosechas es necesario cultivar bien la tierra; según Tull el uso de abonos era innecesario y costoso, y explicaba el efecto beneficioso de los estiércoles diciendo que debido a su fermentación en el suelo ayudaban a pulverizar mejor las partículas de tierra por lo que eran asimiladas por la planta con mayor facilidad.

Todas estas hipótesis y teorías no tomaban en consideración el papel desempeñado en la nutrición por la parte aérea de la planta, reinando la creencia que toda la substancia vegetal procedía del suelo. Sin embargo a fines del siglo XVIII se hicieron en el campo de la química descubrimientos de importancia tal que revolucionaron las doctrinas agrícolas. El descubrimiento del oxígeno por Priestley en 1774 que permitió a Lavoisier, el más eminente químico de la época, explicar la verdadera naturaleza de la combustión y echar por tierra la teoría de flogisto; el estudio de la com-

LABORATORIO QUIMICO DE LA PORTO RICO FERTILIZER COMPANY

posición del aire y del agua por Cavendish, las investigaciones de Lavoisier sobre el bióxido de carbono y el papel que desempeña en la respiración, y sobre todo la aplicación que hizo este último de la balanza al estudio de los fenómenos naturales, cambiaron por completo las viejas teorías y abrieron nuevos horizontes a los hombres de ciencia.

En 1754 Bonnet de Ginebra, había observado que las hojas verdes sumergidas en agua ordinaria desprendían un gas, mientras que el fenómeno no se producía si se empleaba agua hervida. Prieštley fué el primero en reconocer que el gas que se desprende de las hojas en el experimento de Bonnet es oxígeno, y al estudiar los cambios gaseosos entre la planta y la atmósfera observó que la combustión y la respiración vician el aire mientras que las plantas lo purifican, llegando a la conclusión que existía un antagonismo respiratorio entre los animales y las plantas. Ingenhouse (1779) demuestra que este fenómeno de purificación es producido por la parte verde de la planta y sólo en presencia de la luz solar, pero parece no tener una idea clara de la naturaleza del gas absorbido por las hojas, y es Senebier quien en 1782 explica que las plantas absorben bióxido de carbono y desprenden oxígeno, y que esta absorción es un proceso de nutrición que explica el aumento de peso del arbolito en el experimento de Van Helmont. En 1804 Teodoro de Saussure encontró usando métodos cuantitativos que el volumen de bióxido de carbono absorbido es igual al volumen de oxígeno desprendido y demostró que las plantas respiran también y que este proceso vital es enmascarado parcialmente por la función clorofiliana. Estudió además la absorción de las soluciones salinas por las raíces y la composición de las cenizas de las plantas llegando a la conclusión que las substancias minerales que se encuentran en los vegetales no son accidentales y que la composición de las cenizas no es constante y depende de la naturaleza del suelo y de la edad de la planta, consistiendo principalmente de fosfatos y potasa.

Es de deplorarse que trabajos tan brillantes y precisos como los de de Saussure no fuesen debidamente apreciados por los investigadores de la época y que hombres de la talla de Thaer. Davy, Payen, Berzelius y el mismo de Saussure continuasen defendiendo la teoría del humus y no comprendiesen que el anhidrido carbónico del aire es suficiente para la nutrición carbonada de la planta verde.

Hasta ahora los experimentos agrícolas se habían practicado en el laboratorio o en tiestos, siendo el famoso hombre de ciencias francés Juan B. Boussingault el primero en iniciar en 1834 en su finca en Alsacia una serie de experimentos de campo para comprobar prácticamente los resultados obtenidos en el laboratorio; usó el método cuantitativo usado por de Saussure, y practicó numerosas investigaciones cuyos resultados contribuyeron grandemente al desarrollo de la química agrícola. Así pues, cabe a Boussingault el honor de haber sido el precursor de la estación experimental agrícola que tan importante papel desempeña en la agricultura de nuestros días.

En 1840 publicó Liebig su famosa obra titulada "Química Orgánica Aplicada a la Agricultura y a la Fisiología" que causó sensación en el mundo científico y que echó por tierra la teoría del *humus*. Mantiene Liebig que si se suministra a la planta una pequeña cantidad de la materia mineral que constituye la ceniza, el resto de la materia vegetal se obtiene del aire, que es una fuente inagotable de gas carbónico, demostrando su análisis que el 95 por ciento de la materia seca de la planta se deriva del aire y 2 ó 3 por ciento de los minerales del suelo. Formula claramente la "Ley del Mínimo" que establece que la deficiencia de un elemento esencial es el factor limitante de la producción de un suelo, no importa su riqueza en otros elementos. Y añade, "las cosechas de un campo aumentan o disminuyen en proporción exacta con los fertilizantes minerales que se le suministren." Estas ideas fueron el origen y fundamento de la fabricación y aplicación de los abonos industriales, una de las conquistas mayores de la agricultura moderna. Sin embargo, cometió Liebig el error de creer que el amoníaco del aire es la fuente principal de nitrógeno en las plantas.

En 1843 John Bennet Lawes fundó la estación experimental de Rothamsted en Inglaterra consiguiendo los servicios del Dr. Joseph Henry Gilbert como asociado, habiendo sido Gilbert discípulo de Liebig.

La estación experimental de Rothamsted fué fundada con el objeto de probar la veracidad de las aserciones de Liebig y sus experimentos han continuado sin interrupción hasta nuestros días constituyendo la fuente más autorizada de información agrícola experimental que tenemos.

La afirmación hecha por Liebig que las plantas obtienen su nitrógeno del aire dió lugar a una larga controversia que no se vino a decidir hasta fines del siglo pasado. Boussingault, después de una serie de brillantes experimentos que fueron confirmados por Lawes y Gilbert en Rothamsted, demostró que las plantas no obtienen nitrógeno gaseoso sino que lo obtienen exclusivamente del suelo, mientras que su contradictor Jorge Ville afirmaba que había plantas que fijaban el nitrógeno del aire. La Academia de Ciencias francesa nombró una comisión compuesta por seis prominentes hombres de ciencia para resolver la controversia, y decidieron que las conclusiones de Ville eran correctas, aunque esto no convenció a los partidarios de Boussingault. La polémica se hallaba en este estado cuando fueron publicadas las brillantes investigaciones de Hellriegel y Wilfarth (1888) sobre la fijación del nitrógeno del aire por las leguminosas debido a la intervención de ciertos microorganismos existentes en las nudosidades de las raíces de estas plantas.

Los grandes adelantos hechos en la bacteriología después de 1860 tuvieron también gran influencia en el progre-

(Continúa en la página 42)

Relación Entre las Variedades de Caña y los Problemas Agrícolas Prevalecientes en Algunas Zonas Cañera de la Isla

Por *Pedro Richardson*,
Agrónomo de la Estación Experimental Insular.

Durante los últimos diez años nuestra industria azucarera ha experimentado una revolución de carácter beneficioso y progresivo en su fase agrícola. Las personas enteradas de esta situación y conocedoras de sus causas y efectos han de convenir en que las nuevas variedades de cañas importadas, probadas y luego comercialmente propagadas conjuntamente con las notables mejoras científicas practicadas en el campo de los fertilizantes, riego y cultivos son las responsables del adelanto de nuestra agricultura cañera. No debemos pasar por alto en este asunto la constancia, capacidad y buenas disposiciones de aquellos hombres a cuyo cargo ha estado la dirección de dichos trabajos.

Es hora ya de que el agricultor preste atención al problema de su zona. A este efecto puedo informar que hace unos tres años nuestra Estación Experimental Insular extendió sus actividades para incluir cierto número de experimentos bien organizados en cooperación con distintas centrales y colonos con la idea de que cada experimento abarque el estudio de uno o más de los problemas prevalecientes en dichas zonas.

Estudiados estos problemas y conocedores por sus récords de ciertas bondades de algunas variedades de caña, podemos con probabilidades de éxito, experimentar con ellas. Los magníficos resultados obtenidos durante la zafra del 1928 en Peñuelas y en la Central Rufina con ensayos preliminares nos han estimulado a continuar estos trabajos a la par que nos han dado más luz sobre la técnica experimental a seguir en similares ensayos en el futuro.

En la colonia Coto, de don Lucas P. Valdivieso, de Peñuelas se cosechó un experimento de variedades *. En esta ocasión las nuevas series de Tucumán y Coimbatore y algunas de las POJ fueron por primera vez experimentadas, usando como testigos las cañas "Standard" Bh 10(12) y S.C. 12(4). En este experimento (sembrado en gran cultura) la caña Co-213 dió mayor rendimiento que ninguna de las otras 22 variedades experimentadas, produjo 57.60 toneladas de caña y 6.75 toneladas de azúcar por cuerda. La Uba que es la caña más sembrada en esa zona hizo el No. 4 entre ellas. La SC 12(4) y BH 10(12) hicieron los números 8 y 9 respectivamente.

El objeto de este experimento era encontrar una variedad resistente a la *sequía* que se adapte a esta clase de tierras y que pueda reemplazar ventajosamente a la caña Uba. El problema de esta zona es la escasitud de agua y semiaridez del terreno.

Durante el mismo año, se cosechó otro experimento de variedades en la Central Rufina en Guayanillas. En éste se perseguía otro fin, pues las condiciones climatológicas y los suelos son diferentes. En este caso buscábamos una caña de tipo grueso que superara a la BH 10(12) en los ricos terrenos de aluvión bajo riego existentes en esta zona. Ensayamos 23 variedades en su mayoría cañas de Barbados y Demerara sembradas como gran cultura con riego. La B-417 hizo el número 1 con 10.30 toneladas de azúcar por cuerda; la BH 10(12) el número 2 con 9.52 toneladas y la St. Cruz 12(4) con 9.00 hizo el tercer puesto. Ensayos similares efectuados en la Estación Experimental demostraron que la B-417 es una caña superior y que merece se le dé un "fair chance".

Estos experimentos y otros instalados durante la primavera del 1928 fueron devastados por el ciclón de San Felipe (Sept. 13, 1929) por lo que los descontinuamos y en su lugar durante la primavera del corriente año hemos instalado una media docena en diferentes zonas de la Isla que con nuestra pasada experiencia han de resultar mejores en lo que a técnica y objetivo se refiere.

En nuestro anhelo de hacer estos experimentos lo más completos posibles y situarlos en sitios que fueran representativos de zonas cañeras nuestro primer paso fué dividir la isla en zonas de acuerdo con los problemas agrícola-cañero prevalecientes en las mismas. Siguiendo esta pauta tenemos la zona norte, donde el matizado es uno de los factores dominantes; además de la necesidad de aumentar los rendimientos del campo; la costa sur, con sus ricas tierras y constante riego, cuyo problema es aumentar el rendimiento; la parte surceste con sus largas sequías y terrenos semiáridos; la parte norte, nordeste, donde aún hay matizado y necesidad de aumentar rendimientos; la zona de Villalba donde el problema primordial es la sequía y en segundo caso la topografía—terrenos accidentados. Conocidos estos problemas de estas zonas, procedimos a instalar experimentos con aquellas variedades cuyos récords nos indican que podrían ayudar a resolver los problemas ya citados. Uno de estos experimentos fué sembrado en los terrenos de la Central Constancia y

* Vea tablas al final.

consta de unas quince variedades (entre ellas la B–417) importadas hace dos años de Barbados. En este caso se usó la BH 10(12) como testigo y el objetivo es encontrar una caña que supere al testigo bajo las condiciones predominantes en el valle del Toa. Otro experimento interesante es el instalado en Villalba donde estamos probando la Co–213 sembrada en Primavera y en comparación con Uba y POJ 36 que son las más populares en dicha zona. Interesante trabajo experimental el empezado en Central Mercedita donde se están probando la B–417 y Co–281 bajo condiciones ideales (riego, excelentes tierras y buen cultivo) comparada con Sta. Cruz 12(4) y BH 10(12). Este experimento está duplicado en la Central Los Caños de Arecibo. En estos ensayos sabremos la verdad sobre estas dos cañas si es que han de ocupar sitio entre nuestras cañas comerciales. Las cañas Co–281, POJ 2878, Co–213 y B–417, cuatro nuevas variedades que, por poseer ciertas y determinadas buenas cualidades son "in principio" cañas de porvenir para ciertas zonas, pues, sus bondades están estrechamente relacionadas con el problema predominante en alguno que otro distrito cañero. Creo oportuno informar aquí algo sobre estas cañas y empiezo con la Co–281:

Co–281.—Esta es otra caña de semillero (hija de POJ–213) producida en la Estación Agronómica de Coimbatore, India. Fué importada por la Estación Experimental Insular en noviembre del 1926. Fué propagada hasta tener suficiente semillas para las pruebas experimentales a que son sometidas todas las variedades extranjeras que importamos. En la actualidad está sometida a experimentación para determinar su *status* en cuanto a tonelaje de caña y azúcar por cuerda comparada con BH 10 (12) y SC 12(4) en Central Mercedita, Ponce y Central "Los Caños", Arecibo.

A juzgar por las observaciones hechas, esta es una caña delgada, de color rojo-vino; erecta, de hojas angostas y bien erectas, no tumba. Aún cuando presenta bastante tolerancia al mosaico no posee esta cualidad en grado tan prominente como la POJ 213. Resiste sequías, más no tan valientemente como su hermana la Co–213, pues, cuando éstas son muy prolongadas el follaje pierde el verde obscuro peculiar de esta variedad palideciendo y en casos extremos secándose las puntas y filo de las hojas.

La Co–281 se distingue por tres buenas cualidades, a saber:

1. Su magnífica *germinación* sólo igualada por la BH 10 (12) y D–1135.
2. Su extraordinaria facilidad para *crecer* y *desarrollarse* en *tierras pobres* donde otras variedades, inclusive la BH 10(12), SC 12(4) y Cristalina, serían un fracaso.
3. Su *precocidad* en madurar y sus *ricos jugos* como se puede ver por los análisis hechos en Puerto Rico y Cuba.

CAÑA MOLIDA EN LA CENTRAL VANNINA, RIO PIEDRAS, P. R. ANALIZADA POR NUESTROS QUIMICOS

Variedad	Sembrada	Cosechada	Edad Meses	Brix (c)	Sucrosa	Pureza	Azucares Red
Co–281	Junio 9, 1928	Abril 15, 1929	10–½	19.30	17.15	89.86	0.65
Co–281	Junio 9, 1928	Mayo 14, 1929	11–½	20 40	19.48	90.58	0.33
Co–281	Junio 9, 1928	Junio 15, 1929	12–½	19.30	17.25	89.37	0.94

DATOS ANALITICOS REPORTADOS PROF. EARLE, DE CUBA.
Central San Cristóbal—Cuba.
(Análisis Trapiche de Mano.)

Variedad	Fecha	Brix	Sacarosa	Pureza
Co–281	Julio 2, 1928	21.60	19.20	90.31
BH 10(12)	Julio 2, 1928	21.46	19.64	91.52

CENTRAL PORTUGALETE—CUBA.

Fecha	Cortada para semillas a los 5 meses.	Rendimiento por Caballería por acre.	72900 arrobas =27 + Tons.	Promedio de Sacarosa en caña, Zafra 1928, 18.03.
Febrero 27, 1928				

Esta caña suelta la hoja *fácilmente*, con más facilidad que la POJ 36 evitando así la molestosa operación del desmache o quema como es el caso de la Japonesa. El alto *tonelaje, ricos jugos* y *precocidad* en madurar, la ponen en primera fila como caña para primavera y así suplir a la fábrica con una variedad de caña para comenzar la zafra sin detrimento al rendimiento industrial.

Para la próxima primavera estaremos en condiciones de aportar más y mejores datos y conclusiones sobre esta variedad de caña; por de pronto nos parece merecedora a una oportunidad y se la estamos dando.

Co–213.—Esta variedad al igual que la Co–281 es de semilla hija de la POJ–213. Fué importada en 1926 junto con la Co–281. Fué sometida a un ensayo en la zona suroeste de la isla (la zona de la Uba o Japonesa) e hizo el número 1 compitiendo con Japonesa y las POJ, inclusive la POJ–2725. Toma el matizado aunque no la afecta mayormente. La creo merecedora de una oportunidad en gran escala.

La gran bondad de esta caña está en su gran resistencia a la *sequía* o *escasitud de lluvia* y su admirable adaptación a tierras semi áridas o cansadas donde aún la misma Japonesa flaquea. Germina muy bien y su crece y desarrollo son excelentes. Se deshoja naturalmente siendo esto una gran ventaja sobre la Uba. Debo advertir que al igual que la Japonesa es delgada, vidriosa y dura. Será sometida a nuevos ensayos en la jurisdicción semi árida y seca de la Isla.

B–417.—Fué importada de Barbados en noviembre 1924 y fué éste un obsequio del propio Dr. Bovell que la produjo y que más luego en julio 21, 1925, nos escribiera hablándonos de sus ricos jugos, alto tonelaje y resistencia a sequías. Puedo informar que mis observaciones sobre esta va-

riedad en Puerto Rico son las siguientes: caña gruesa, germinación inferior a la BH 10(12). No ahija mucho pero sus cañas son gruesas, largas y bien formadas. Como retoño es regular. Noto además que su desarrollo se estanca cuando se siembra en sitios muy húmedos o pantanosos. Es caña que promete en vegas ricas y bien cultivadas. Su récord de fábrica es muy satisfactorio como se puede ver por la tabla al final. El Sr. Correa, de la Fajardo Sugar Co., nos ha dado la siguiente nota sobre esta variedad:

"La variedad B–417 que teníamos en la Estación fué cortada en abril

Bancos construídos de cemento para hacer semilleros de guajanas en el exterior. Estos son a prueba de hormigas. A la derecha puede verse un pluviómetro para registrar la precipitación diaria en la Estación Experimental de Fajardo.

2, dando a razón de 35 toneladas de caña por cuerda. Su análisis fué como sigue: Brix 20.4—Suc. 18.18—Pur. 89.0—Yield 13.5. A un promedio de 4.73 tons. de (C.C.S.) Azúcar Comercial por cuerda. Esta caña tenía 13 meses de sembrada y estaba todavía en un período de crecimiento cuando se cortó. También fué muy atropellada por la tormenta."

POJ 2878.—Esta caña conocida como "The Wonder cane of the Century" se está propagando rápidamente en Puerto Rico especialmente en la parte oeste. El autor ha visitado más de dos docenas de plantaciones de esta variedad con áreas desde un cuadro (0.25 cuerda) hasta siembras de más de cien cuerdas. He notado que esta caña es víctima muy preferida del taladrador del tallo (*Distrae saccharalis*), su verdor y exhuberanica en los terrenos de vega es algo extraordinario, más en los sitios donde no tiene suficiente agua o después de prolongada sequía esta exhuberancia no se manifiesta tan extraordinariamente. Es susceptible a la enfermedad conocida por Pokkah Boeng aunque los muchos casos hasta ahora vistos ninguno ha causado la muerte total del tallo afectado. Es (comercialmente) inmune al matizado y al Sereh. La germinación, el poder ahijador y extraordinario desarrollo de esta caña deja poco que desear y el autor no sabe de ninguna otra que le aventaje.

Esta caña está causando entre nuestros sembradores tanto o más furor que la H–109. La demanda por semillas es extraordinaria. Se de pequeños agricultores que la tienen y se dejan pedir a 10 centavos por semillas de dos yemas. Tomando por sentado que entran 2,500 semillas por toneladas tendríamos que el valor de una tonelada de semilla sería $250.

Conocidas las buenas cualidades agrícolas de esta caña y las condiciones imperantes en las zonas cañeras de Puerto Rico, creo que los sembradores del oeste, norte y norte central donde el matizado sigue siendo una amenaza harían bien en sembrar algunas cuerdas de esta variedad y probar si paga el combatir el matizado con cañas resistentes o seguir el viejo proceso de selección de semillas y extirpación de cepas enfermas. Esto, en cuanto a estas zonas con mucho matizado, ahora, nos toca saber si pagaría el cultivar esta caña en la costa sur con abundante riego y ricas tierras. Los experimentos de prueba de tonelaje y azúcar por cuerda instalados en dicha zona con esta variedad en comparación con BH 10 (12) y SC 12(4) nos darán luz sobre el particular. Mientras tanto opino que los señores superintendentes de cultivo de dicha zona hacen bien en mostrarse conservadores con una caña que aún desconocemos sus condiciones industriales y no sabemos de las sorpresas agradables o desagradables que ella nos reserva.

En la propagación de esta nueva variedad se han puesto en práctica toda clase de método de propagación desde el Javanés hasta el corriente de semilla al largo. Para fines del corriente año estimo que tendremos alrededor de 1,500 cuerdas de esta variedad en Puerto Rico, de las cuales el 85 por ciento está en la parte oeste y noroeste de la Isla.

Nuestra Estación Experimental Insular recibió dos semillas de a tres yemas en octubre 1927, de las cuales se salvaron tres ojos de los que hicimo propagación y en el transcurso de 22 meses hemos regalado unas 1,800 semillas a agricultores de la Isla, uasdo para fines experimentales unas 9,600 además de la usada para sembrar cinco cuerdas para distribución de semilla gratis en esta gran cultura a los sembradores de caña.

Como un caso típico donde se pone de manifiesto la importancia de la relación entre la variedad de caña y el problema agrícola prevaleciente en la zona, es lo sucedido en el valle de Maunabo. Para dar fe exacta de este caso, me voy a permitir transcribir lo que informara nuestro Hon.

Comisionado de Agricultura, Sr. Carlos E. Chardon, sobre este caso específica al Hon. Gobernador de Puerto Rico, en su informe anual del 1927–28:

"En la primavera de 1925, el Sr. Antonio Fantauzzi consultó al Comisionado sobre el hecho de que los rendimientos en Maunabo habían decaído de manera alarmante en los últimos años.

"De acuerdo con una inspección ocular practicada por el autor y el Dr. Cook en abril de 1925, pudimos comprobar que los campos tenían una completa infección de gomosis (*Bacterium vascularum*). Todo el valle de Maunabo estaba sembrado de las variedades Cristalina y Rayada, las cuales aparecían severamente infectadas en todos los campos. Se discutió un programa de trabajo que requería algunos años, el cual fué enviado a los directores de la central para su aprobación. De acuerdo con las disposiciones de este programa, nuestra Departamento tenía a su cargo todas las actividades de campo y además debía tener un agente estacionado permanentemente en la central para hacer que se cumplieran estrictamente nuestras recomendaciones. Afortunadamente, los oficiales administrativos de la central nos prestaron su espléndida cooperación.

"Nuestra primera recomendación era muy drástica: la inmediata sustitución de las variedades Cristalina y Rayada por las BH 10(12) SC 12(4). No conocíamos exactamente la reacción de estas dos nuevas cañas a la enfermedad de la gomosis, pero entre tanto, se inició un experimento de variedades muy minucioso bajo la dirección de la División de Patología Vegetal, para probar la inmunidad en el campo, de las BH 10(12) y SC 12(4) y otras variedades comerciales.

"El cambio de aquellas variedades por la BH 10(12) y su hermana, la SC 12(4) se efectuó con mucha rapidez y en el término de tres años ya todos los campos estaban sembrados de estas dos cañas. En el experimento hecho por la División de Patología Vegetal, la variedad BH 10(12) demostró ser prácticamente inmune a la gomosis, mientras que la SC 12(4) demostró gran resistencia.

"Los resultados prácticos de este experimento, llevados a una escala mayor y sobre una base comercial han estado muy por encima de lo que esperábamos. En verdad, han sobrepasado a las predicciones de los expertos optimistas. Las siguientes cifras prueban el aumento sin precedentes habido en la producción de azúcar por cuerda, en la Central "Columbia":

	Zafra 1924–25	Zafra 1927–28
	Cristalina	BH 10(12) y SC 12(4)
Infección de gomosis	37 por ciento	0 por ciento
Cuerdas cosechadas	1,056	769
Toneladas caña cosechadas	30,500	36,189
Toneladas caña por cuerda	28.50	47.10
Toneladas azúcar por cuerda	2.16	4.95
Rendimiento (azúcar 96°)	9.86	11.15
Precipitación pluvial	85.09	77.93

"De modo que la producción de azúcar por cuerda, en los tres años que estuvieron a nuestra cargo estas plantaciones, ha sido aumentada 128.3 por ciento; un récord muy difícil de igualarse en el mundo azucarero."

Hasta aquí el informe del Sr. Chardon y que por si solo se comenta. Se han observado similares aumentos en producción motivados al cambio de variedad bien sea debido al clima, terreno o enfermedad en todo el territorio de la Fajardo Sugar Company donde la BH 10(12) ha sobrepasado en producción a la D–433 y ésta a las viejas Cristalina, Rayada, etc., que en dicha jurisdicción se cultivaban.

La zona oeste de la Isla está substituyendo gradualmente la Uba y las viejas POJ finas por BH 10(12) y SC 12(4) sanas, y las POJ 2725 y 2878. En este caso el problema prevaleciente era el mosaico. La zona de Naguabo, donde hasta hace poco imperaba la Caledonia Amarilla está substituyendo ésta por BH 10(12) y SC 12(4), POJ 2725 y 2878, y en este caso los bajos rendimientos acompañados por seria infección de matizado son los responsables del ventajoso y muy sabio cambio.

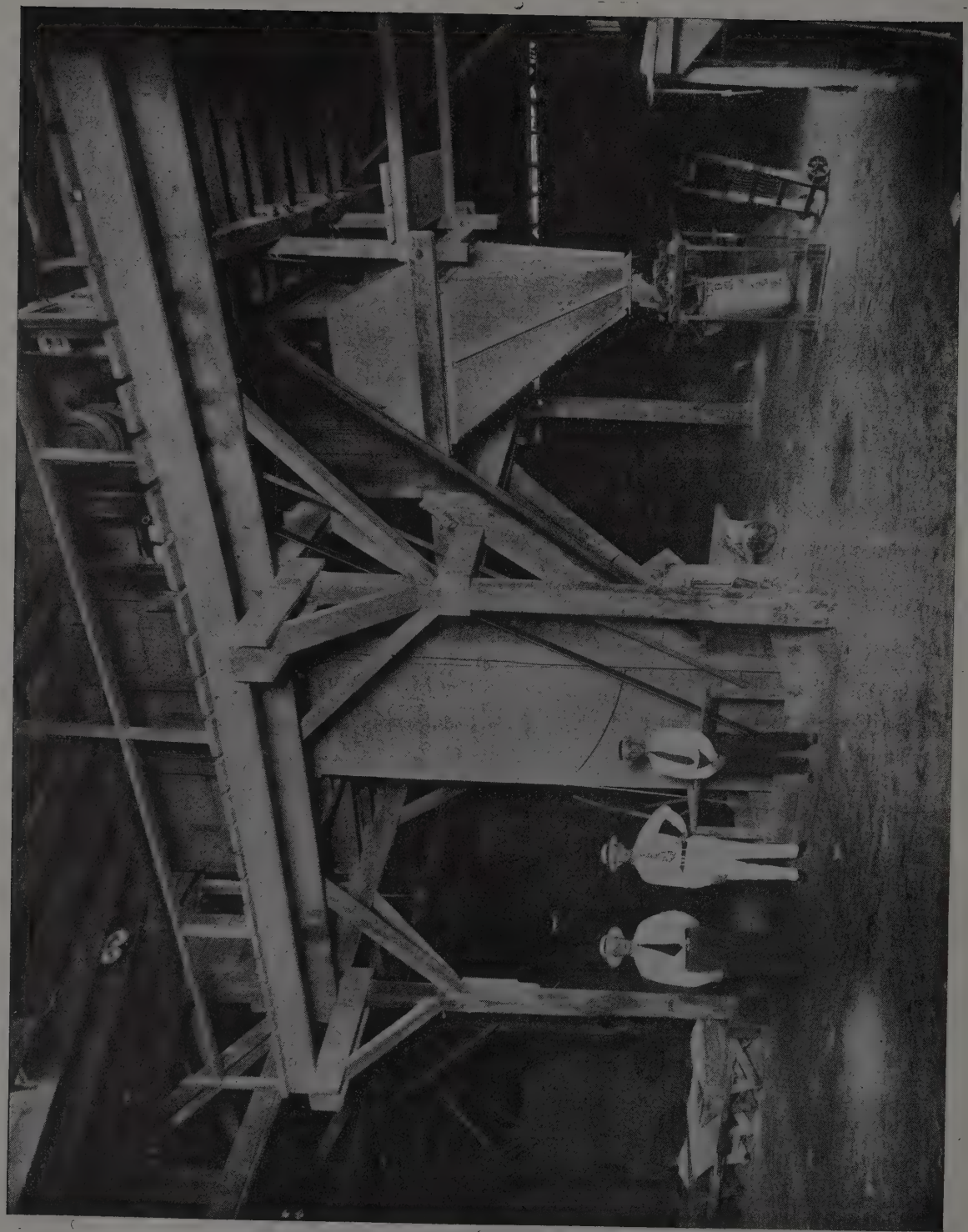
Otro caso muy elocuente donde se pone de manifiesto la íntima y estrecha relación de las bondades de ciertas variedades de caña con el problema prevaleciente en la zona, y donde el deseo de progresar estimula a los hombres dirigentes a aguzar su entendimiento enlistando en su ayuda el inconmensurable recurso de la ciencia, es el de la Aguirre Sugar Co.* donde con 13,000 cuerdas bajo cultivo y usando la BH 10(12) como variedad *standard* obtuvo 6.57 toneladas de azúcar por cuerda contra el promedio de producción el período de 5 años correspondiente a 192(–24 con caña Cristalina de 3.46 toneladas de azúcar por cuerda, es decir un 90 por ciento de aumento. Ricos jugos y altos rendimientos era el objetivo en este caso.

En la solución de estos problemas no sólo trabajamos con cañas importadas sino que las estamos produciendo y nuestros cruces son verificados con objetivos específicos que responden a una necesidad determinada. (Invito a los señores miembros de esta Asociación a que visiten nuestros predios experimentales con nuestros *"seedlings"* del 1926 en la Sub-Estación de Isabela y en las Colonia Josefa y Ana del Central Aguirre, donde tenemos algunos de los más prometedores cruces que se haya verificado en Puerto Rico hasta la fecha.

Para resumir, me permito exponer a esta distinguida asamblea el hecho: (1) de que el aumento en producción habido de algunos años a esta parte en Puerto Rico es debido principalmente al cambio de variedades complementado por el aumento y juicioso uso de fertilizantes; (2) que conocidas las buenas y malas cualidades de las diferentes clases de cañas en cultivo, ya sean nativas o extranjeras, se nos hace más fácil resolver nuestro problema agrícola local; (3) que debemos estimular y perfeccionar nuestros cruces de caña de manera que el objetivo en cada nuevo *"seedling"* esté encaminado a resolver o mejorar alguna que otra situación agrícola cañera y así evitar la importación de variedades extranjeras que son una constante amenaza a nuestra industria en lo que atañe a nuevas enfermedades o plagas; (4) que es algo arriesgado el cambio drástico de una variedad que no ha sido antes probada y estudiada y de la cual sólo conocemos sus récords en otros países; (5) que la relación entre las variedades de cañas y los problemas agrícolas prevalecientes en toda la Isla es asunto de importancia a la cual tanto nuestros técnicos como ejecutivos deben prestar atención, pues,

(Continúa en la página 43)

* Informe del Comisionado de Agricultura de 1927–28, página 7.



FABRICA DE ABONOS QUIMICOS DE LA PORTO RICO FERTILIZER COMPANY

Manufactura de Abonos en Puerto Rico

(Trabajo presentado ante la Asociación de Tecnólogos Azucareros de Puerto Rico. Enero 20, 1929)

Por *Julio Mercado,*
Ingeniero Químico Agrícola, Superintendente Químico de la Santini Fertilizer Co.

Estas reuniones periódicos de la Asociación de Técnicos Azucareros de Puerto Rico son un medio eficaz para el mutuo conocimiento de los problemas de cada una de las distintas secciones que la integran. De este intercambio surge una compenetración amplia de los problemas de la industria azucarera en general, que redunda, individual y colectivamente, en orientaciones más claras y efectivas, y justifica la presentación, ante esta asamblea, de trabajos puramente descriptivos donde, si bien el autor no aporta experimentos nacidos de su originalidad, haciendo acopio de datos expone con claridad y precisión el nervio de una cuestión importante. Es al amparo de estas consideraciones que me atrevo presentar esta descripción de la manufactura de abonos en Puerto Rico.

En aras de la brevedad voy a saltar sobre definiciones y descripciones más o menos elementales, y entraré de lleno a la consideración del tema contando de antemano con vuestro conocimiento de los términos propios de la industria de abonos

El efecto de los abonos químicos trasciende más allá del rendimiento de campo en tonelaje y en sucrosa. No sólo actúan en el terreno, sino que podemos sorprender algunas de sus sales constitutivas alterando el comportamiento de los jugos en el proceso de fabricación. Es, pues, de igual interés para el agrónomo y para el químico, trabar íntimo conocimiento con estas substancias cuyo efecto es tan intenso y de tanto alcance.

El 99.99 por ciento de los abonos que se mezclan en Puerto Rico están destinados a nutrir la planta en nitrógeno, fósforo y potasio. y esa centésima del uno por ciento que resta, comprende aquellos casos especiales en que por un desequilibrio químico del suelo es necesario suministrar también magnesio y hierro. Actualmente en nuestra Isla se restituyen estos elementos al suelo a través de los siguientes productos:

Substancias nitrogenadas:

sulfato de amoníaco
nitrato de sodio
cianamida de cal
ammo-phos
tankage
sangre seca
semilla de algodón
semilla de castor
guano del Perú
y urea, leunasalpeter y nitrophoska,

estas tres últimas, sales sintéticas con que la renaciente industria europea ha invadido al mundo, y cuyo uso en Puerto Rico es aún solamente probatorio.

Substancias fosfatadas:

superfosfato de cal
doble superfosfato de cal
tankage
hueso crudo
hueso precipitado
hueso desgelatinizado
ammo-phos
escorias de Thomas
guano del Perú
nitrophoska

Substancias potásicas:

sulfato de potasa
muriato de potasa
sulfato doble de potasa y magnesia.

Es doloroso consignar aquí, que todos los productos usados en la fabricación de abonos, a excepción de una limitada cantidad de semilla de algodón de producción nativa que desde hace poco la San Juan Ginnery Co. está poniendo en el mercado, tienen que ser importados. Hace algunos años la murcielaguina de nuestras cuevas encontraba sitio preferente en nuestras mezclas, pero su uso ha sido descontinuado debido a lo costoso de su extracción y su alto contenido de cal y de humedad. Este año hemos consumido alrededor de cien mil toneladas de abono. La capacidad asimilativa de nuestro mercado se está dejando sentir, y yo abrigo grandes esperanzas de que después del *"survey"* industrial que se proyecta, surjan florecientes, fabricantes de algunos productos del ramo. De Alemania y de Bélgica importamos escorias de Thomas, hueso precipitado, sulfato de amoníaco sintético, urea, leunasalpeter, nitrophoska, y sales potásicas de Alsacia. De Chile importamos nitrato sódico, aunque ya hay un producto sintético en el mercado, y de Perú su legendario guano. De Cuba importamos superfosfato de cal, donde se fabrica de calidad superior, pero es de Estados Unidos de donde traemos principalmente el sulfato de amoníaco (*coke-oven*), el superfosfato sencillo y doble, el ammo-phos, la sangre, el tankage, la semilla de algodón y de castor, y la cianamida.

Las comodidades ferroviarias y marítimas de las fábricas expedita la descarga de las materias primas. Estas vienen en lotes de 25 a 500 toneladas, en sacos de 200 libras, a excepción de alguno que otro cargamento de sulfato de amoníaco y del superfosfato de cal, que viene a granel, y a barco fletado, en lotes de dos o tres mil toneladas. La fábrica que dirijo, por ejemplo, trae el barco a su costado y auxiliada por una grúa que a manera de puente corre sobre el edificio, derrama en su vientre estos productos de países lejanos.

Del manipuleo de las substancias nombradas no se derivan perjuicios para la economía humana. Sin embargo, la cianamida tiene una extra-

ña reacción sobre aquellos operarios que trabajando en ella ingieren bebidas alcohólicas. Se ponen calenturientos, se les inyectan de sangre los ojos cual si fueran a saltárseles, y la piel adquiere una intensa coloración rosácea.

La mezcla a pala es cosa del pasado en Puerto Rico, comercialmente hablando. La máquina se ha impuesto sobre aquella práctica lenta y costosa, cuyo producto final, aun a costa del más esmerado esfuerzo, nunca posee la homogeneidad y la finura de la liga mecánica. Hay en el mercado actualmente tres sistemas de máquinas mezcladoras que han merecido reconocimiento mundial: la "Utility", la "Sturtevant" y la "Stanford Gravity." Cada estilo tiene sus patrocinadores, y aunque en conjunto su principio es el mismo, se diferencian entre sí por el diseño especial de algunas de sus partes. La diferencia más destacada radica en el mezclador. siendo sus respectivas características las siguientes:

El mezclador de la "Utility" consiste de un tambor de acero que gira sobre un juego de bolas. La entrada del material queda opuesta a su salida y ambas son controladas por una rueda o volante. En la "Sturtevant" el material entra y sale del mezclador o bombo por la misma abertura, controlándose su dirección mediante un par de palancas, que a su vez operan sobre una válvula especialmente diseñada. La "Stanford Gravity" se distingue de estos sistemas en que no tiene bombo. La mezcla se efectúa mediante el deslizamiento de la templa a través de tres conos superpuestos cuyo interior está construido de modo que la carga se plega sobre sí misma repetidas veces a medida que va descendiendo. En los tres sistemas, el mezclador no recibe el material hasta que éste no ha pasado a través de los cedazos y del pulverizador. Los primeros son generalmente vibratorios o de revolución. Los vibratorios consisten de un plano inclinado al que una excéntrica imprime vibración. Los de revo lución se componen de un canasto inclinado que gira sobre su eje. Los pulverizadores son de martillo o de varillas. Los de martillo consisten de una serie de martillos giratorios que al impacto de unos sobre otros pulverizan el material. Los de varilla se componen de un juego de cuatro círculos de hierro, dos grandes y dos de menor diámetro, embutidos, y cogidos respectivamente entre sí por varillas cilíndricas de una pulgada de espesor. Estos círculos giran en direcciones opuestas y a alta velocidad, quedando el material pulverizado entre las varillas. La capacidad de estas máquinas es de 20 a 25 toneladas por hora, y su funcionamiento requiere de 8 a 20 b.h.p.

Vista parcial del laboratorio para abono de Santini Fertilizer Co.

Se usan en Puerto Rico dos sistemas para pesar los materiales que integran la mezcla. Uno consiste en pesar todos los ingredientes sucesivamente en la misma báscula. El otro usa una báscula para cada ingrediente. El primer sistema es adaptable a las fábricas de local exiguo. El segundo es el más usado, y el más seguro, pues no requiere del pesador la habilidad del primero, y el peso puede contrastarse en cualquier momento.

Al iniciarse la mezcla de un abono, una vez hecha la fórmula por el laboratorio y aprobada por el superintendente, se contrastan las romanas con pesos "standardizados" y se gradúan para pesar la cantidad de material que indica la fórmula, en lotes de una o media tonelada. Una vez revisado por el superintendente de fabricación el peso marcado en las romanas, se inicia la mezcla. Los materiales van siendo pesados y descargados en la base del elevador siguiendo un orden predeterminado cuyo fin es facilitar la acción del mezclador y evitar reacciones prematuras entre los ingredientes. Por ejemplo, la cianamida nunca se vierte directamente sobre el sulfato de amonio, pues su acción es instantánea y libera cantidades apreciables de gas amoníaco. Se la encierra, a manera de "sandwich" entre dos montones de superfosfato, cuya acidez neutraliza la cal libre de la cianamida y evita toda acción ulterior de ésta sobre el sulfato de amonio en el curso de la mezcla. Pesada la templa, se abre una compuerta y la draga eleva el material hasta los cedazos donde la porción fina se separa hacia el receptáculo que hay sobre la boca del mezclador, y allí espera el retorno de los terrones que, separados por el cedazo, pasan a través del pulverizador y son nuevamente elevados por la draga. Entonces se abre otra compuerta y la templa cae dentro del mezclador, donde una serie de paletas y cuchillas le imparten un tratamiento drástico que en menos de dos minutos culmina en una mezcla completamente homogénea. Mientras esto sucede, una nueva templa está recorriendo el camino cubierto ya por ésta, de modo que el proceso es continuo.

Los materiales secos, cubren este curso con gran rapidez, pero los delincuescentes, como el nitrato de sodio y el leunasalpeter, dilatan mucho la mezcla debido a la cimentación de las partículas, que obstruye los cedazos. Esto marca un límite a la cantidad de estas substancias que pueden mezclarse convenientemente.

Completada la mezcla, otro elevador lleva la templa al receptor de descarga, de donde cae por gravedad y va siendo pesada automáticamente. En la fabricación de bases, la templa es descargada a un receptor especial a alta elevación sobre el piso y de aquí, por medio de canales o de wagonetas que corren sobre un ferrocarril elevado, es apilada en montones.

Las grandes fábricas del exterior cosen sus sacos a máquina, pero este sistema es aún prematuro en Puerto Rico, donde con cuatro buenos cosedores pueden coserse dos o tres mil sacos sin gran esfuerzo, resultando más económico, debido a lo módico del jornal.

Hay que complementar con un riguroso control químico las ventajas de la mezcla mecánica. Inútil sería el trabajo de la máquina si el abono se endureciese o se aterronase después de mezclado. El abono endurecido o aterronado es el amigo más falso a que el agricultor puede abrir los portales de su hacienda. Su aplicación es más costosa debido al tiempo que gasta el peón en desmenuzarlo, y aún así, su pulverización no es completa, lo que determina la distribución irregular del mismo sobre el plantío con la consiguiente alteración de la uniformidad en el crecimiento y madurez de la cosecha.

Ya todos sabéis que al mezclarse superfosfato de cal con sulfato de amonio o con sulfato de potasa, la formación de yeso endurece la mezcla considerablemente. El Profesor I. A. Colón, en uno de los artículos de la brillante serie que viene publicando, ha hecho referencia a los medios que usa el fabricante para corregir estas inconveniencias. A grandes rasgos, los procedimientos usados son los siguientes:

Uno consiste en mezclar el abono, abandonarlo a sí mismo en un montón para su curación, por varios días, volverlo a pasar por la máquina, y ensacarlo. Es el medio más eficiente que se conoce, pero su uso está limitado debido a la necesidad de hacer una pila para cada análisis. ¡Figuráos cuánto local se necesitaría para implantarlo en plena estación de tabaco, cuando los análisis requeridos pasan de cuarenta! Sólo se emplea en casos aislados.

En otro método se preparan dos bases concentradas, una de sulfato de amonio y superfosfato de cal, y otra de superfosfato con sulfato de potasa. Una vez curadas, estas bases pueden mezclarse con cualquier otra substancia sin que se produzca endurecimiento alguno. Este método es el más popular, por el poco espacio que requiere, por su eficiencia, y por la facilidad con que puede derivarse una multiplicidad de análisis.

Otro consiste en la adición de alrededor de 300 libras por tonelada de substancias orgánicas como la semilla de algodón, la semilla de castor, el hueso crudo, etc., que recubren las partículas minerales evitando su cimentación. Y en aquellas fórmulas relativamente altas en amoníaco y bajas en ácido fosfórico, se puede hacer la mezcla directamente sin grandes perjuicios, ya que el sulfato de amoníaco actúa como diluente de la pequeña cantidad de yeso que se forma y sólo ocurre un ligero endurecimiento de la masa que desaparece con el manipuleo natural de la transportación. Aunque por estos dos últimos métodos se obtiene un producto aceptable, su eficiencia no es comparable a la de los dos primeros.

Es característica en toda mezcla moderna que contenga superfosfato de cal, la presencia de 30 a 50 libras de cianamida de cal por tonelada. La generalización de esta práctica se debe a que la cal libre de la cianamida, al reaccionar con el ácido libre de superfosfato, genera gran cantidad de calor que acelera la curación y deja la masa más floja.

Todo este elaborado proceso de manufactura es aún comprobado analíticamente por el laboratorio, donde cualquier anormalidad oculta o inesperada que surja, es prontamente descubierta. El laboratorio químico toma y analiza muestras de todas las materias primas recibidas, de las bases hechas y de los abonos embarcados. Estas muestras son cuidadosamente conservadas durante tres meses, permitiendo así esclarecer, en caso de reclamaciones, si la deficiencia es real o aparente. Cuando un abono de fórmula y humedad normales analiza menos de la garantía, la deficiencia es real. Pero cuando en su fórmula entran sales delincuescentes, como el nitrato de soda, o debido al almacenaje en locales expuestos a las

(Continúa en la página 45)

Otra vista del mismo laboratorio.

El Cruce y la Selección como Medios para Conseguir Nuevas Variedades de Caña en Puerto Rico

Por *Rafael Bermúdez,*
Fajardo Sugar Company.

Estación Experimental de la Fajardo Sugar Co.

En la actualidad nada está llamando más la atención a los cañeros en Puerto Rico que las nuevas variedades de caña que mejor se adapten a las regiones donde ellos cultivan sus propiedades.

Esta ha sido la causa por la cual he escogido el tema que voy a discutir pues supongo no dejará de ser interesante para todos aquellos que se interesan por los sistemas más usados para adquirir nuevas variedades de caña que vengan a sustituir aquellas que por una razón u otra no se puedan seguir sembrando.

Entre los sistemas más corrientemente usados por los cuales se puede efectuar un cruce entre dos variedades diferentes de caña tenemos los siguientes:

Primero: Consiste éste en castrar las flores lo que significa remover las anteras o sacos de polen antes de que hayan abierto para evitar con ello que las flores se fecunden con el polen producido por ellas mismas. Una vez practicada ésta operación puede efectuarse el cruce usando el polen de la variedad que hemos destinado como padre.

A pesar de haber sido muy usado este sistema no deja de tener sus inconvenientes pues resulta labor delicadísima el remover estos saquitos de polen. Puede también estropearse de tal manera la flor que nuestra labor resulte poca satisfactoria.

Debido a las razones ya expuestas las Estaciones Experimentales han adoptado eliminar este sistema.

Segundo: Para realizar el sistema que voy a describir, se usan pequeños sacos de papel o tela. Habiendo escogido ya la variedad de caña que vamos a usar como madre y estando ella próxima a florecer, se coge un cartucho o bolsa de papel o de tela y se cubre con él la flor a fin de que cuando ésta abra, no pueda fecundarse con polen de otra variedad que no sea la que vamos a usar para efectuar el cruce. Cuando las flores abren se traen entonces las guajanas maduras de la caña que vamos a usar como padre y se encierran dentro de la misma bolsa en que está la guajana madre. El polen de las guajanas que se cortan pierde su vitalidad muy pronto, así, pues, deberemos cambiar diariamente las que hemos encerrado en el saquito por otras recién cortadas.

Usando este sistema tropezamos con el inconveniente siguiente: Si las fundas que vamos a usar para cubrir las guajanas son de un papel o tela muy grueso privaremos a las flores de los rayos solares que tan beneficiosos son para su desarrollo. Esto crea un ambiente tan diferente al natural que al verificarse el cruce es imposible obtener buenos resultados. Muchas de las semillas que se fecundan en esta forma aún cuando aparentemente se vean sanas se han desarrollado raquíticas y se mueren con mucha facilidad.

Si usamos fundas demasiado claras, especialmente las de tela, corremos el riesgo de obtener resultados no satisfactorios, pues aunque los rayos solares penetrarían ayudando así al desarrollo de la flor podría ser que debido a lo poco tupida de la funda los pequeñísimos granos de polen penetrarían a través de las pequeñas aberturas de la tela y fecundarían la flor con polen no deseado.

La Estación Experimental de Barbados está usando en la actualidad un sistema que tiene el mismo principio que el descrito con la diferencia que ellos han construido una especie de jaula con dos lados de vidrio y el resto cubierto con una tela muy gruesa de manera que al encerrar la guajana ésta no se estropea ni sufre cambio alguno, con la ventaja de que

estas jaulas son portátiles y se pueden colocar en cualquier cepa de caña que vaya a florecer.

Este sistema es el conocido por el de "Linternas" (Lanterns) debido a que estas jaulas parecen faroles.

Por medio de estas linternas o faroles es muy cómodo y seguro efectuar un cruce.

Este sistema igual que el de bolsas o fundas consiste en encerrar las guajanas cuando están próximas a abrir dentro de estos faroles para evitar cruces con otras variedades que no deseamos usar.

Si intentamos cruzar una variedad con polen de ella mismo sólo basta sacudir las guajanas dentro de los faroles a la hora en que las anteras de la variedad que se usa estén abiertas. Con esto conseguimos que el polen ya maduro se distribuya entre las muchas flores que forman la guajana fecundando las mismas.

Si de lo contrario se intenta cruzar dos variedades diferentes de caña entonces se empieza a sacudir la guajana madre dentro del farol antes de que las anteras hayan abierto. de manera que ellas (las anteras) se desprendan con el movimiento y se caigan sin abrir. Después se traen las guajanas que se van a usar como padre a la hora en que la variedad usada como madre acostumbra a abrir sus pequeños sacos de polen. Siendo ésta la hora más conveniente para efectuar el cruce las guajanas padres se sacuden bien hasta cubrir con polen cada una de las florecitas que forman la guajana madre.

Para poder realizar este trabajo con éxito hay que estudiar con anterioridad al cruce las horas en que cada una de las variedades que se vayan a usar como madre. abren sus anteras de manera que podamos efectuar el cruce a esta misma hora. Esta sin duda es la hora en que las flores están en condiciones ideales para recibir el polen. Usando todas estas precauciones es que con mayor seguridad podemos efectuar el cruce.

Tercero: Ocupa este sitio el sistema que causó el asombro y admiración de todos los que se dedican al cruce de variedades de caña. Fué en Hawaii donde se hicieron los primeros ensayos con resultados satisfactorios.

En primer lugar se hacen crecer las guajanas de las cañas destinadas al cruce en una solución de ácido sulfuroso al 1×2.000 de manera que ellas puedan seguir su crecimiento y abran tal como si se estuvieran alimentando de la planta.

Al hacer este trabajo hay que seleccionar un sitio en el cual el sol penetre con facilidad y la temperatura sea más o menos igual que la de afuera. Esto es, el ambiente ha de ser el mismo de aquel donde se escogieron las guajanas. El invernadero o casa donde se realiza este trabajo ha de estar a prueba de polen o completamente alejada de otras siembras de caña. Así evitaremos cruces de variedades que no deseamos.

La operación se realiza en la forma siguiente: Se cortan las dos clases de guajanas con un pedazo de caña de 2–4 cuando vemos que dentro de cinco a seis días van a abrir. Si no tenemos a mano la solución de ácido sulfuroso se ponen en agua inmediatamente. Para cambiarlas luego a la solución del ácido hay que cortar el último nudo de la parte inferior sumergido en agua estéril y hacer el cambio en seguida. Para la solución se usan dos recipientes de cristal y en ellos se colocan por separado las guajanas padres y las madres. Cuando se ven que están próximas a abrir se juntan y amarran ambas teniendo el cuidado de que las destinadas a servir como padre deberán quedar un poco más altas que las otras. Tres guajanas padre son suficientes para cubrir una madre. Una vez abiertas las guajanas es bueno sacudir todas las mañanas las destinadas a padre con el fin de que el polen de ellas se riegue sobre las florecitas que componen la guajana madre.

Cuando los pistilos se secan y las semillas empiezan a volar con facilidad podemos tener la seguridad de que es la época propicia para la siembra. Esto ocurrirá a los 15–20 días de haber abierto la guajana.

La solución de ácido sulfuroso deberá conservarse siempre limpia cambiándose, si es posible, cada dos días para que la guajana pueda conservarse en estado normal. Los rayos del sol pueden fácilmente alterar la solución y formar en ella ácido sulfúrico, y es por esto que debemos mantenerla alejada de ellos.

La Estación Experimental de Barbados también se ha ocupado mucho en conseguir un método por el cual se pueda hacer crecer y conservar la vitalidad de la guajana separada de la planta con el fin de facilitar el trabajo de cruzamiento.

Para este trabajo, que es una modificación al sistema Indio, se usa un canasto de forma cilíndrica de 18″ de largo por 9″ de diámetro; hecho de tela metálica gruesa cubierta con saco en su interior y la parte inferior o sea la base hecha de madera con un agujero circular del mismo diámetro de la caña construido de tal manera, que se pueda abrir en dos mitades a lo largo para facilitar el trabajo de colocarlo y poder observar con más detalles la formación de las raíces.

Cuando se tienen los primeros indicios de que la caña destinada para el cruce va a florecer, este canasto se coloca a una distancia de dos o más pies del suelo, de acuerdo con la altura de ella, se llena de tierra del mismo sitio donde la caña está creciendo y se amarra a la vuelta redonda con alambre, atándose también a otras cañas de la misma cepa para conservarlo en el mismo sitio. La tierra del canasto debe mantenerse siempre húmeda regándose por lo menos dos veces al día.

Tan pronto la guajana empieza a abrir se corta la caña a 6″ de la base del canasto llevándose con mucho cuidado al sitio donde se vaya a verificar el cruce y se siembra ya sea en el suelo, en un barril o donde más cómodo resulte para llevar a cabo el trabajo.

Cuarto: Ultimamente tenemos el sistema natural o sea el que se realiza

Invernadero propiedad de The Fajardo Sugar Co., situado en los terrenos de la Estación Experimental y destinado para sembrar guajanas de caña. Nótese con la facilidad que se regula la temperatura en esta casa moviéndose una de las secciones del techo.

el cruce en el campo por medio de agentes naturales tales como la lluvia, el viento, los insectos, etc. Este sistema se usa mucho en Puerto Rico y en nuestra Estación Experimental lo practicamos con gran éxito.

Para practicar dicho sistema podemos sembrar las variedades que intentamos cruzar en cualquiera de las formas siguientes:

(*a*) Calles (sencillas o dobles) alternadas.

(*b*) Calles con hoyos alternanados de cada variedad en ambas direcciones. (Sembradas en Juego de Damas).

(*c*) Pequeños predios distribuidos en diferentes sitios de un lote de caña que sea la que se va a usar como padre.

Al usar la primera forma, esto es, calles alternadas, deberemos colocar las calles de manera que el viento lleve el polen de la calle destinada a usarse como padre a la que se va a usar como madre.

El sistema descrito en el turno (B) es muy práctico. En él, no hay que considerar la dirección del viento para sembrar las variedades que se van a cruzar pues éstas están colocadas de manera que de cualquier dirección que venga el viento siempre lleva el polen hacia las flores de la caña madre. La preparación del terreno es en juego de damas y los hoyos se siembran alternando las dos variedades en ambas direcciones.

Estos dos primeros sistemas de siembra (A B) son muy usados en nuestros predios de cruce pero hay que tener especial cuidado en hacerlos aislados de otras variedades de caña.

El último sistema, el de predios de variedades que se van a usar como madre en lotes puros de caña destinado a usarla como padre, es muy práctico cuando queremos cruzar, usando como padre una variedad de caña sembrada comercialmente con cualquier otra caña que creamos conveniente. Este sistema lo hemos venido usando desde hace algún tiempo en sitios donde queremos cruzar la variedad comercial B.H. 10–12 como padre con la P.O.J. 2725 como madre. Los resultados obtenidos en varias ocasiones usando este sistema han sido siempre muy satisfactorios habiendo obtenido ya varios cruces entre estas dos variedades.

Para poder realizar con éxito un cruce es completamente indispensable estudiar con anterioridad las características de las variedades que se van a destinar para el cruce en cuanto a su época de florecimiento, fecundidad, etc., etc. La variedad usada como madre no deberá producir polen que pueda fecundar su propia flor a menos que no se vaya a castrar la flor antes del cruce. Sin embargo es indispensable que la variedad que se vaya a usar como padre produzca polen fértil en abundancia para que pueda fecundar el mayor número de flores que componen la guajana madre.

RECOLECCIÓN Y SIEMBRA DE LAS GUAJANAS

Al recoger las guajanas para sembrarlas hay que conocer bien la época en que están maduras. Para ésto solamente hay que examinar las flores. Si éstas tienen el pistilo seco y las semillas vuelan con facilidad al sacudir la guajana, indica que están propias para recogerse. Para la recolección es muy cómodo usar 8–10 fundas de tela con cabida para 40–50 guajanas cada una. Solamente se recogerán aquellas marcadas como madre y cada funda debe marcarse con el cruce de las guajanas que contiene.

Muchos investigadores y Estaciones Experimentales opinan que la siembra debe ser inmediatamente después de la recolección; sin embargo la experiencia nos ha demostrado que es muy conveniente ponerlas a secar al aire dentro de las fundas por un período de 12–24 horas. Esto facilita mucho la siembra pues estando secas las semillas se desprenden con mayor facilidad. Esta ha sido nuestra costumbre por muchos años con resultados excelentes.

Después de secas las guajanas se siembran en nuestro invernadero marcando cada siembra con el cruce que le pertenece. Es muy conveniente separar bien la pelusa de la guajana para obtener mejores resultados en la germinación.

La siguiente mezcla de tierra nos ha dado muy buenos resultados y es la que usamos en la actualidad: 50 por ciento estiércol muerto (de res) 25 por ciento arena lavada del mar y 25 por ciento de tierra común con un por ciento alto de barro. Esta tierra debe mezclarse bien y cernirse con un cedazo de tela metálica fina.

Los semilleros deberán mantenerse

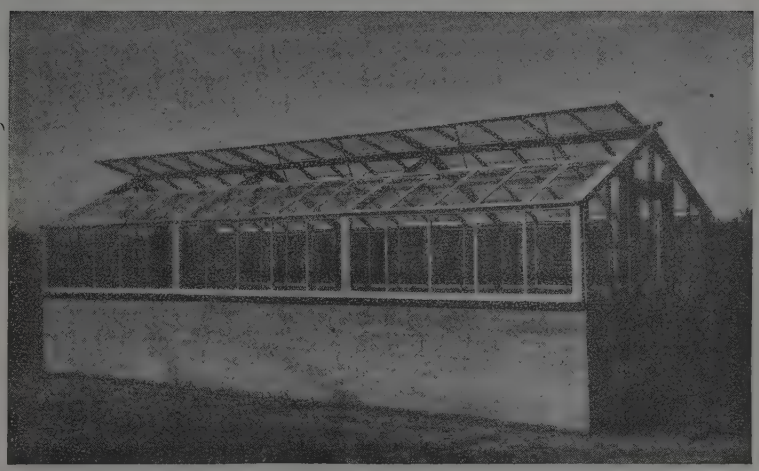
húmedos y para ello se regarán dos veces al día.

Aún cuando el uso de "Invernaderos" en Puerto Rico parezca ridículo la experiencia nos ha enseñado que es un factor indispensable para el éxito del trabajo ya que dentro de ellos tenemos el control absoluto del viento, la lluvia, la temperatura, los insectos, etc., etc., causas a las cuales se deben los fracasos en el exterior.

Por espacio de tres años hemos hecho experimentos fuera y dentro del invernadero y siempre los resultados han sido mucho mejor dentro de él.

En una de las asambleas anteriores mi amigo y compañero Sr. Luis de Celis demostró por medio de experimentos que hay ciertas variedades de caña como la Caledonia Amarilla cuyas semillas germinan solamente a temperaturas altas y el medio más fácil para regular éstas es usando una casa de esta naturaleza.

La germinación de las pequeñas semillitas empieza entre los 3 y 10 días de haberse sembrado la guajana de acuerdo con la variedad. Pasado este período muy pocas son las que nacen. Las matitas no deberán trasplantarse hasta los 25 ó 30 días cuando han alcanzado ya un crecimiento de 2 ó 3 pulgadas. Para efectuar esta operación deberán usarse trozos de bambú que tengan tres ó cuatro pulgadas de diámetro por 1½ pies de altura. Es muy necesario que cada uno de éstos tenga un buen drenaje para evitar que las plantitas sufran por exceso de agua. Una combinación de tierra de dos partes de tierra común alta en barro, una de arena lavada del mar y una de estiércol (de res) muerto es la que con más éxito hemos usado en el trasplante. Después de haberse efectuado este trabajo las matitas deberán dejarse en el invernadero por 2 ó 3 días y cuando hayan recuperado del cambio pueden sacarse afuera teniendo cuidado de regarlas diariamente. Transcurrido un mes o mes y medio las plantitas medirán 1 a 1½ pies. Entonces pueden llevarse al campo y sembrarlas a una distancia de 5 × 5 ó 6 × 6 pies. De esta fecha en adelante es cuando hay



Otra vista del invernadero propiedad de The Fajardo Sugar Co.

que observar cuidadosamente cada matita pues cada una de ellas representa *una variedad diferente de caña.*

SELECCIÓN

Entre los que se dedican al cruce de variedades de caña hay muchos que acostumbran empezar la selección en los semilleros, pero la experiencia nos ha demostrado que ésta debe hacerse después que las matitas se han sembrado en el campo. Esta experiencia la hemos obtenido después de haber realizado varios experimentos como el que sigue: Hemos trasplantado un número de plantitas dándole número de orden a cada una de acuerdo con su desarrollo. Como es natural las más raquíticas han obtenido los últimos puestos. Con sorpresa hemos observado corrientemente que muchas de estas plantitas al cabo de 2 ó 3 meses se han convertido en cepas hermosas y prometedoras dejando atrás las que se sembraron más desarrolladas. Así pues, hemos llegado a la conclusión de que no debe efectuarse la selección hasta después de trasplantarse al campo.

Después que han pasado 8 ó 10 meses de sembradas las plantitas en el campo puede empezarse la primera selección basándose solamente en apariencia general. Las cepas que por una razón u otra no hayan sido seleccionadas se dejan abandonadas sin tomarles récord alguno para molerse en la zafra próxima. Todas aquellas que han sido seleccionadas se numeran por orden de serie usando las letras o iniciales que uno crea conveniente (F.C. en nuestro caso). Hecho esto se toman todas las características de las variedades seleccionadas y se anotan en un libro para que cada una de ellas quede identificada. En este libro anotamos también el comportamiento de cada variedad de esta fecha en adelante en cuanto al tonelaje, análisis, resistencia a enfermedades, época de madurez, germinación de plantilla y retoños, resistencia a la seca, insectos, etc.

La segunda selección puede hacerse sobre bases más sólidas porque ha habido más tiempo para poder observar el comportamiento de cada una de las variedades seleccionadas especialmente el análisis (Brix, Pureza, Sucrosa, rendimiento de azúcar por cuerda) tonelaje y resistencia a algunas enfermedades.

Todas las variedades seleccionadas pueden cortarse para semilla pero siempre deberán dejarse algunas cepas de cada variedad para acumular mayores datos de cada una de ellas. Generalmente los análisis de todas estas variedades los empezamos a fines de octubre a intervalos de 15 días hasta fines de febrero o marzo. Con estos análisis determinamos la época en que cada una de las variedades escogidas en la segunda selección se puede sembrar un área de media a

(Continúa en la página 41)

La Pérdida de Nitrógeno en las Tierras Cultivadas de Caña

Por *E. D Colón,*
Ingeniero Agrónomo, Compañía Giorgetti.

Desde el punto de vista académico, surge a cada paso en las disertaciones agrícolas regionales el concepto del "cansancio" de las tierras que han producido caña por largo tiempo.

La base para la naturalización del concepto como problema agrícola entre nosotros ha sido doble. De una parte, las noticias de casos análogos llegadas de afuera con el intercambio intelectual agrícola; de la otra, la experiencia sólida de nuestros cañeros condensada en la pregunta que solía preceder a los tratos de arrendamiento; a saber, ¿cuántos años ha estado la tierra sin cultivo?

Para el que ha sembrado caña en terrenos nuevos y en terrenos cansados, estaría demás el reiterar lo "cómoda y acomodada" que resulta la ocupación en el primer caso. Para el que no lo ha hecho así es que ilustraremos con algunos registros de años del pasado. Escribía Torres Vargas en 1646:

> "las cañas se dan con tanta fertilidad que no necesitan de riego ni de sembrarlas más de una vez que, en cortándolas, vuelven al año a crecer de la misma manera que de antes y dura un cañaveral sesenta y setenta años."

Umpierre relata que la Central San Vicente de Vega Baja en 1883 cosechó 714 cuerdas que produjeron a razón de 641 quintales y 73 libras de caña por cuerda. Cálculos moderados del promedio de la Isla en este tiempo lo hacen subir a 550 quintales de caña por cuerda. López Tuero decía:

> "lo cierto es que han desaparecido aquellos terrenos vírgenes, famosos por su feracidad, que rendían un kilógramo de azúcar por metro cuadrado y parecían inagotables."

Este cálculo equivaldría a una producción de 1,200 a 1,500 quintales de caña por cuerda de acuerdo con los rendimientos obtenidos en aquella época.

Acto continuo hemos de referirnos al cuadro que surge en nuestras mentes, comparativo de los susodichos resultados en tierra virgen o descansada y los que se han obtenido contemporáneamente en tierras necesariamente

Uba o Kavangire

más apartadas de su frescura original. Es verdad que estamos obteniendo de 700, 800 y 900 quintales por cuerda en propiedades enteras y que resultados de 1,200 y 1,600 quintales por cuerda no son ya motivo de gran sorpresa ni tampoco los registros máximos. Pero hay quien se olvida de que esos resultados han sido obtenidos a un alto costo en tierras de vega expuestas mucho menos que las de altura a los efectos esquilmantes de los meteoros atmosféricos; antes al contrario, rejuvenecidas de vez en cuando por los depósitos aluviales. Han sido obtenidos con variedades distintas de caña, con sistemas de riego que antes no había, con labores profundas de arado y cultivo hechos posibles con uso de maquinaria moderna, y con la aplicación de cantidades de materias fertilizantes calculadas para mantener al suelo en su alto diapasón productivo. Se olvidan hasta el punto de sentirse ya un estado reactivo fácil a la aceptación de la tesis opuesta; a saber, que la tierra nunca se agota, tesis esta peligrosa, si ha de implicar abandono, y falsa, porque sabemos hoy que el suelo es un sistema dinámico de fases múltiples y complejas sujetas a la ley de equilibrio químico y afectadas en su resultante de fertilidad por las adiciones o sustracciones de que por cualquier conducto se le haga objeto. En otras palabras, el grado de agotamiento es susceptible de ser medido químicamente. Una tierra virgen da cifras más altas en las determinaciones de una o más de las materias nutritivas esenciales de crecimiento que una tierra igual después de haber sido cultivada mucho tiempo. Sobre esta proposición no existe disparidad de criterio entre los investigadores. Remitimos al interesado en esta materia a los trabajos de Shutt, F. F. en Canadá (1905); Alway, F. J. en Nebraska (1909); Connor, S.D. en Indiana, (1914); Millar, C.E. en Michigan, (1919); Swanson, C.O. and Miller, R.W. en Kansas, (1917); Ames, J.W. and C. J. Schollemberger (en 1919); Shedd, O.M. en Kentucky, (1920); Warrington, R. (1892); Russell, E.J., (1917) and Dyer, B. (1902) en Rothamsted; Sneyder, M. en Minnesota. (1901); Mooers, C. A., Hampton, H.H. and Hunter, W.K. en Tennessee,, (1912); Schneidewind, en Chem. Zeitung, (1910); Lipman, J. G. and Blair, A.W. en New Jersey,

(1921); Burd, J.S. and Martin, J. C., (1924); Stewart, G.R. en 1921.

La pérdida de nitrógeno en las tierras sembradas de caña en Puerto Rico representa una de esas sustracciones desequilibrantes a que acabamos de hacer referencia. Antes de pasar a ilustrar esta pérdida con nuestras propias cifras, obtenidas en las tierras y Laboratorio Agronómico de Compañía Giorgetti, S. en C., en Barceloneta, mencionaremos algunos de los valores informados de otras partes como término de comparación.

(1) Según Snyder, las pérdidas motivadas por el cultivo de trigo en Minnesota año tras año ascendieron en 8 años a 2,000 libras de humus y a 1,700 de nitrógeno por acre.

(2) Connor informa que las pérdidas más serias, después de 60–80 años de cultivo de ciertas tierras en Indiana, fueron las de nitrógeno, que alcanzaron a un 28 por ciento; las de materia orgánica, que ascendieron a un 26 por ciento, y las de humus, que llegaron a 47 por ciento. Y añade que esas pérdidas son indudablemente la razón principal por qué las tierras cultivadas no son tan fértiles ahora como antes.

(3) Russell, en Rothamsted, hizo aislar una parcela de tierra en 1870, la que mantuvo sin vegetación siempre a fuerza de desyerbos pero sin menear el suelo mucho. Luego hizo erigir una muralla alrededor de la parcela hasta convertirla en un lisímetro, con tubos subterráneos para el desagüe. Hizo analizar diariamente las aguas de filtración, operando un mismo analista durante los últimos 20 años del experimento. La pérdida de nitrógeno por acre, desde 1870 a 1905 fué a razón de 1.050 libras por acre, todas por filtración en forma de nitratos menos 110 libras que cree escaparon probablemente al aire en forma de gas, nitrógeno o amoníaco.

Por el contrario, los suelos ganan en nitrógeno cuando se protegen del laboreo y especialmente de los elementos. En Rothamsted abandonaron a sí mismo en 1882 una parte del campo de Broadbalk que había producido trigo continuamente desde 1844. Nacieron espontáneamente en él muchas leguminosas. En 1904 se hizo un análisis químico parcial del campo para compararlo con el análisis que había sido hecho en 1881, con los siguientes resultados:

Elemento	1881	1904
Nitrógeno total por ciento	.108	.145

Se hizo lo mismo en 1885 con parte del campo de Geescroft que había estado sembrado de habichuelas desde 1847 a 1882 y de trébol hasta 1885. No se notaron leguminosas en la flora espontánea. Los resultados fueron como sigue:

Elemento	1883	1904
Nitrógeno total por ciento	.108	.160

De Lawes y Gilbert tomamos los siguientes datos de acumulación de nitrógeno en tierras dedicadas a la producción de forraje:

	% N total
(1) Tierra en cultivo	.140
A. Después de 8 años a pasto	.151
B. Después de 18 años a pasto	.174
(2) Campo de heno de 21 años (con aplicación de estiércol)	.204
A. De 30 años (aplicación de estiércol)	.241

Volvamos a Puerto Rico. ¿Tenemos datos ciertos que demuestren que ocurren también aquí esas considerables pérdidas de nitrógeno? No sabemos que haya nadie obtenido datos locales sobre esta materia, fuera de los análisis hechos en nuestro laboratorio, algunos de cuyos pormenores siguen a continuación.

Tomamos muestras de la vega virgen denominada "El Sapo" en la Colonia Palenque, a orillas del río Manatí. Siempre había estado dedicada a pasto para la bueyada. Nunca había sido sembrada de caña que pudiera nadie recordar. Ofrecía la magnífica oportunidad de poderse comparar con otras vegas o sobrevegas que habían estado produciendo caña de azúcar por mucho tiempo, contiguas y no contiguas. Las cifras analíticas fueron como promedio de suelos y subsuelos:

	(1) Vega Sapo (virgen)	(2) Sobrevega Sapo (cultivada y contigua)	(3) Vega Bonocio Ratones (cultivada no contigua)	(4) Vega Palo Pan cultivada y contigua a la No. 3
Elevación aprox. pies	10.00	20.00	6.40	6.8
% N como NH_3	0.2526	0.1430	0.116	0.130

Luego hicimos determinaciones de siete otras vegas más, una sola de las cuales había sido sembrada de caña una sola vez y ya hacía de ello muchos años. El término medio de esas determinaciones resultó ser, en comparación con el término medio de las vegas y sobrevegas cultivadas del Mero, Colonia Catalana, como sigue:

	Col. Palenque 7 vegas vírgenes	Mero-Catalana 3 vegas cultivadas	Mero-Catalana 4 sobrevegas cultivadas
% N como NH_3	0.203	0.122	0.090

Es apreciable, como se ve, la pérdida de amoníaco que han sufrido las vegas y sobrevegas, notándose menos, naturalmente, en aquellas vegas donde el río deja sus aluviones periódicamente.

A mayor abundancia inicial de materia oxidable, mayor y más rápido es el desgaste al poner la tierra en condiciones de cultivo. Como ejemplo, consideremos nuestros suelos orgánicos. Si tomamos como la condición virgen la que representan las tierras orgánicas del Caño Tiburones analizadas por el Dr. Zerban, y usamos el promedio de sus cinco determinaciones para fines de comparación con terrenos de Compañía Giorgetti, también del mismo tipo orgánico y contiguos al susodicho Caño, obtendremos el siguiente cuadro:

	Condición Virgen (Zerban)	Condición Cultivada Colonia "Quinientas Cuerdas"
Mat. Volátil	72.57	43.300
% N como NH_3	2.27	0.755

Las tierras residuales de la formación terciaria de esta Isla, antes sembradas de cafetos, son por su posición topográfica víctimas del lavado una vez que pierden la protección de la foresta contra la intemperie. A con-

(Continúa en la página 45)

La Germinación de la Guajana de la *Yellow Caledonia*

Por *Luis de Celis*,
Agrónomo de la Fajardo Sugar Co., Puerto Rico.

Cañas de semilla de guajana trasplantadas en trozos de bambú antes de sembrarse en el campo. Cada matita representa una variedad de caña diferente.

Hasta el 1924 resultaban infructuosas todas las tentativas hechas por los eugenistas del mundo azucarero para conseguir germinación de la guajana de la caña Caledonia Amarilla. La secuencia de fracasos desanimó a algunos y llevó a muchos la convicción de que la semillita de esta variedad era estéril o cosa muy parecida. Así se explica que encontremos expresiones en el sentido de que "es imposible conseguir *seedlings* de la Y.C. porque su semilla es estéril y en vista de los resultados consistentemente negativos resolvemos no insistir con ella y dedicaremos nuestros esfuerzos en el futuro a variedades de probada fertilidad" dadas a la publicidad en boletines e informes de fecha anterior a la mencionada.

Olvidando por un momento clasificaciones biológicas, sistemas de identificación, características varietales, etc., y viéndola sólo con ojos de agricultor, la variedad Caledonia Amarilla es una caña de amplia adaptación, alto tonelaje, fácil cultivo, buena retoñadora, sumamente alta en fibra y bastante pobre en sucrosa. Las primeras características la hicieron popular en las plantaciones y las últimas dos fueron causa de su casi total eliminación.

El ideal de todo el que dedica sus actividades a la ingrata tarea de producir nuevas variedades de caña, es conseguir asociar en una sola variedad algunas o todas las propiedades siguientes:

Vigor superior.
Alto análisis de sucrosa.
Resistencia o inmunidad a enfermedades.
Tolerancia a sequías.
Buena germinación en la Plantilla.
Habilidad de retoñar.
Baja fibra, etc.

Las condiciones buenas de la Caledonia Amarilla, y muy especialmente su vigorosa naturaleza, la hacían destacarse como una caña muy indicada para utilizarla como "madre" de nuevas variedades. Los agrónomos del mundo entero, pero muy señaladamente los de Hawaii y Puerto Rico se dieron cuenta de su importancia y año tras año las semillitas de las guajanas de Y.C. se sembraban en los planteles y con cada siembra se añadía un nuevo fracaso y una nueva decepción. No eran los menos decepcionados los Sres. McConnie y Veve y el que se dirige a ustedes que en la Estación Experimental de la Fajardo Sugar Co. durante diez años habían tratado en vano de conseguir un *seedling* hijo de la Caledonia.

Así las cosas, allá por el mes de noviembre de 1924 recibía yo órdenes de coleccionar guajanas para el cosecho de *seedlings* del 1925 y expresamente se me advertía que no intentaríamos ningún trabajo con la Caledonia. En mi búsqueda de guajanas buenas observé en una pieza Yellow Caledonia que las resiembras habían sido hechas con F.C. 148, (que es hija de la D74), y que en muchas cepas las guajanas de ambas variedades se besaban ofreciendo la más propicia oportunidad para un cruzamiento ya que la madurez de ambas inflorescencias parecía ser igual. Pudo mucho en mi la tentatación de un nuevo ensayo y cogí diez o doce guajanas de las Caledonias las que llevé a nuestra estación donde fueron secadas al aire por tres o cuatro días y parte de ellas sembradas en un invernadero (*greenhouse*) del tipo completamente cerrado. Grande fué nuestra sorpresa cuando al cabo de los tres o cuatro días observamos algunas semillitas germinadas y mayor al registrar el aumento de germinaciones en los dos o tres días subsiguientes.

El experimento se imponía e inmediatamente sembramos en el exterior del "*greenhouse*" a la intemperie, como había sido costumbre en los años anteriores parte de las guajanas

(Continúa en la página 45)

Abonos para Caña de Azúcar en Puerto Rico

(Trabajo presentado ante la Asociación de Tecnólogos Azucareros de Puerto Rico. Enero 20, 1929)

Por *Isidoro A. Colón,*
Superintendente Químico de la Porto Rico Fertilizer Co., San Juan, P. R.

Cortésmente invitado por el presidente de la Asociación de Tecnólogos Azucareros de Puerto Rico, mi distinguido amigo y compañero Sr. Manuel A. del Valle, para disertar ante esta Asociación sobre el tema "Abonos para Caña de Azúcar en Puerto Rico", vacilé al principio en aceptar dicha invitación por considerar el tema sobrado extenso para ser tratado debidamente en una convención donde han de presentarse otros trabajos científicos, también extensos, en un espacio de tiempo relativamente corto. Después de largas vacilaciones me decidí al fin a abordar dicho tema tratando de hacerlo en la forma más clara y concisa posible, y con la esperanza que quizás pueda ser de alguna utilidad a nuestros agricultores de caña. Antes de empezar el presente trabajo, y con el fin de obtener todos los datos que me fuese posible, escribí a distinguidos compañeros de profesión pidiéndoles los resultados de sus experiencias en el uso de materias fertilizantes para caña, de cuyos datos hago uso libre en este artículo.

Breve Reseña Histórica.—Las primeras materias usadas en Puerto Rico para mantener y aumentar la productividad de las tierras fueron como en las otras regiones del mundo, las encontradas a mano por los agricultores: el estiércol, las cenizas, residuos orgánicos, guanos y fosforitas (1). Las Estaciones Agronómicas españolas efectuaron allá por los años 1890–96 análisis cuantitativos de estiércoles, murcielaguinas, fosfatos de la Mona y residuos de tenerías, y los ensayaron en relación con varias cosechas como el maíz, cafeto, plátanos, arroz de secano, tabaco y caña de azúcar con diversos resultados, correspondiendo el honor de estas primeras investigaciones a los distinguidos agrónomos españoles Quintanilla y López Tuero. (1)

En junio de 1893 inició Quintanillas el primer experimento de abonos químicos para caña hecho en Puerto Rico, comparable con los de hoy en día, por la variedad de los abonos industriales utilizados, por lo completo y sistemático del estudio efectuado, y por la naturaleza de los resultados obtenidos, muchos de ellos confirmados muchos años después. Los materiales usados comprendían el sulfato de amoníaco, el nitrato de potasa, el superfosfato de cal, el sulfato de potasa, y el muriato de potasa (1).

De los resultados obtenidos en dos cosechas en los años 1895 y 1896 Quintanilla hizo las siguientes deducciones:

1. La inconveniencia del uso de la potasa para caña en la forma de muriato, en los terrenos que operaba.
2. La gran influencia del superfosfato en el éxito económico del cultivo, especialmente en el segundo año.
3. Los magníficos resultados del sulfato de amoníaco.
4. La influencia que tiene en los resultados la forma en que se aplica el nitrógeno.
5. La probable inutilidad del uso de abonos ya incompletos, ya en tan pequeña cantidad, que no permiten que sus efectos remuneren siquiera su costo (1).

Es a Quintanilla a quien debe la Isla la fundación de nuestra primera fábrica de abonos artificiales, y la única hasta la fecha que ha manufacturado superfosfatos (1).

Los primeros abonos químicos importados del exterior lo fueron en el año 1901 por el Sr. T. P. Lippitt en combinación con la American Agricultural Chemical Co. y la firma Körber & Co., siendo seguidos algo más tarde por la Virginia Carolina Chemical Co. de Richmond por mediación de sus agentes los señores Gandía Stubbe. Algún tiempo después comenzó la importación de abonos europecs tales como el St. Gobain (francés) y el Kaiser (alemán). Sin embargo el uso de abonos tomó tal incremento en pocos años que fué necesario el establecimiento de fábricas de abonos en la Isla, y fué entonces que surgieron las actuales fábricas de abonos, siéndome grato consignar que la primera de estas fábricas en fundarse (1913) fué la Porto Rico Fertilizer Co., por la firma Gandía Stubbe en combinación con la Virginia-Carolina Chemical Co. de Richmond.

En una conversación que tuvo hace algunos años el que escribe estas líneas con el Sr. T. P. Lippitt, le preguntó sobre el origen de la fórmula 12–6–5 para caña y él contestó que sabiendo ellos por el resultado de experimentos verificados aquí y en otros países que el nitrógeno era el elemento más importante en el cultivo de la caña, seguido por el fósforo y el potasio, idearon la fórmula 12–6–5 en la que la suma total de los ingredientes usados (en aquella época) era aproximadamente 2,000 libras, por lo que no tenía que usar relleno alguno en su preparación y así evitaban al agricultor el pago de fletes sobre materia inerte. De ahí las fórmulas 10–8–5, 9–8–8, y 12–8–3 tan usadas para cañas y la 6–8–13 para piñas.

Acción de las Sales Fertilizantes Sobre el Suelo.—En la selección de abonos adecuados para una cosecha hay que tener en consideración no tan sólo las necesidades de la planta, la composición y características del suelo y las condiciones climatológicas de la región, sino que también hay que

estudiar cuidadosamente la acción del fertilizante sobre el suelo. Los recientes estudios del holandés Hissink y del ruso Gedroiz sobre los coloides arcillosos y húmicos y el intercambio de bases en el suelo, tema que traté extensamente en la anterior reunión de esta Asociación (10) han venido a modificar grandemente nuestras teorías sobre la verdadera naturaleza del poder absorbente de las tierras y de las reacciones que ocurren en el suelo, cuando éste se pone en contacto con soluciones diluidas de sales. Todo parece indicar que el suelo al igual que la planta tiene gran afinidad por las sales fertilizantes, y que la cantidad y naturaleza de los alimentos que la cosecha obtiene, dependen grandemente de las reacciones que ocurren entre los coloides del suelo y las sales fertilizantes. Dice E. J. Russell (17) actual director de la famosa Estación Experimental de Rothamsted, Inglaterra: "Los componentes del suelo no forman una mezcla casual; están adheridos entre sí por los coloides del suelo formando terrones, que son mucho más favorables al crecimiento de la planta que lo que pudiera ser una mezcla de fragmentos minerales sin coloides, como por ejemplo una duna arenosa" (sand dune). Y añade más adelante: "El suelo consiste de partículas minerales de diferentes formas y tamaños y de materia orgánica derivada de los residuos vegetales. Parte de sus componentes son coloidales y muchas de las propiedades más importantes del suelo como la formación de terrones, la fijación de fertilizantes solubles, la retención de agua (en parte), el aumento de volumen del suelo al mojarse y su contracción al secarse, son todos fenómenos coloidales. Si consideramos a las partículas minerales como el esqueleto del suelo tenemos que mirar a los coloides como el vestido que le da muchos de sus atributos esenciales. El concepto actual de la constitución del suelo es de que aunque las partículas minerales son en sí duras y químicamente inertes, están cubiertas con una capa gelatinosa de un material químicamente reactivo, de composición parte mineral y parte orgánica, que posee propiedades coloidales; la parte orgánica incluye el humus, y la parte mineral incluye los ácidos alumino-silícicos y sus compuestos de calcio y otros."

Veamos cuál es la acción que tienen sobre el terreno las sales fertilizantes que más se usan hoy en día en Puerto Rico.

Sulfato de Amoníaco.—Se verifica un cambio de bases en el que el ion de amonio desplaza al ion de calcio del complejo arcilloso con formación de una arcilla amónica, de la cual el amoníaco es substraído por los microorganismos nitrificantes, sin poner ninguna base en su lugar; el calcio desplazado se pierde en las aguas de drenaje en la forma de sulfato de calcio. Por lo expuesto anteriormente es fácil comprender la razón por la cual el uso frecuente y continuado de sulfato de amoníaco en terrenos pobres en carbonato de cal trae por resultado la transformación de una arcilla cálcica en una arcilla ácida con todos los distintivos de infertilidad que caracterizan la acidez del suelo. (11) Estos terrenos ácidos no saturados, poseen la facultad de fijar bases sin devolver una cantidad equivalente de otras bases, y debido a su pobreza en bases reemplazable demuestran gran avidez por ellas, entrando en competencia con la planta por adquirirlas privándolas muchas veces de alimentos necesarios a su crecimiento y desarrollo.

Nitrato de Soda.—El ion de sodio desplaza al ion de calcio del núcleo arcilloso con formación de una arcilla sódica. El uso frecuente, pues de nitrato de soda como abono puede traer como consecuencia la formación de una arcilla sódica lo que pondría al terreno en pésimas condiciones físicas, debido a que los coloides pasarían del estado de hidrogel al estado de hidrosol, o lo que es lo mismo del estado de coagulación al de suspensión coloidal. El nitrato de soda aumenta la alcalinidad del suelo. (17)

Superfosfato de Calcio.—Cuando hay una reserva de carbonato calizo en el suelo el fosfato monocálcico soluble se convierte en fosfatos de cal insolubles, pero que pueden ser aprovechados por la planta. Cuando el terreno es pobre en carbonato calizo habrá en la solución del suelo compuestos de hierro y aluminio que formarán fosfatos de hierro y aluminio sumamente insolubles que no podrán ser aprovechados por la planta, mientras que el ion de calcio probablemente se fija al núcleo arcilloso. El superfosfato de cal no afecta la reacción del suelo (12).

Sulfato y Muriato de Potasa.—Reaccionan con el suelo desplazando el ion de potasio al ion de calcio y probablemente al de magnesio de núcleo arcilloso. (17) Ni el sulfato ni el muriato de potasa afectan la reacción del suelo. (12)

Reacción del suelo.—En un trabajo anterior presentado ante esta asociación (10) expliqué ampliamente la grandísima influencia que tienen las bases reemplazables sobre la fertilidad del suelo, y la conveniencia de mantener en el suelo una reserva de carbonato calizo de modo que predomine el calcio en el complejo arcilloso y se mantenga el terreno en buenas condiciones físicas y en reacción aproximadamente neutra. Es un hecho conocido que las sales fertilizantes modifican la reacción del suelo: unas, como el sulfato de amoníaco y demás sales amoniacales aumentan la acidez; otras, como el nitrato de soda, nitrato de calcio, cianamida de calcio y escorias básicas de Thomas aumentan la alcalinidad; mientras que otras, como el superfosfato de calcio y el sulfato y muriato de potasa no afectan la reacción del suelo. W. H. Pierre, químico de la Estación Experimental de Alabama, sugiere que se combinen las materias fertilizantes en proporciones tales que no modifiquen la reacción del suelo (13). También encontró que la acidez causada por el uso de una libra de sulfato de amoníaco necesita 1.2 libras de carbonato de calcio precipitado y 2.2 libras de escorias básicas de Thomas par ser neutralizada y que una libra de fosfato de amonio, leunasalpeter, urea y nitrato de amoníaco ne-

cesitan 1.0, 0.9, 0.6 y 0.6 libras de carbonato de cal precipitado, respectivamente, para ser neutralizadas. (13). La reacción del suelo juega un papel tan fundamental en los fenómenos de nutrición vegetal, y los microorganismos del suelo, especialmente aquellos que fijan y nitrifican el nitrógeno, son tan sensibles a la reacción del medio donde evolucionan, que es de suma importancia para el agricultor, si es que desea obtener cosechas remuneradoras, mantener la reacción de sus tierras alrededor de pH 7 (neutro), ya por el uso de enmiendas calizas, ya por una combinación juiciosa de las materias fertilizantes que emplea como abono.

Importancia Relativa de los Elementos Fertilizantes en el Cultivo de la Caña.—Según el Dr. C. E. Coates (16) "la composición de las diferentes variedades de caña cambia considerablemente y es en gran parte determinada por la variedad misma, por la composición del suelo, cantidad y clase de abonos y condiciones climatológicas". Fernández García, actual director de nuestra Estación Experimental, promediando los resultados obtenidos durante dos años, encontró que una tonelada de caña Rayada toma del suelo 2.47 libras de nitrógeno, 0.93 libras de ácido fosfórico y 5.93 libras de potasa (15).

Los resultados de los experimentos de abonos verificados durante muchos años en Hawaii (2), Java (3), Barbados (4), Guayana Inglesa (5), Luisiana (6), Jamaica (7) y Puerto Rico (8), demuestran conclusivamente que el nitrógeno es el elemento más importante en la fertilización de la caña de azúcar. El fósforo, aunque indiscutiblemente necesario especialmente en terrenos altos arcillosos pobres en fosfatos y bases reemplazables, no produce resultados tan marcados como el nitrógeno; mientras que el potasio, al que hasta hace poco se le había prestado poca atención por creerse que la mayoría de los terrenos (especialmente los arcillosos) contenían cantidad más que suficiente de este elemento, está demostrando últimamente jugar un papel capital en la producción de altos rendimientos de azúcar por cuerda.

El nitrógeno aumenta notablemente la superficie de la hoja (17) pero no su poder de asimilación, por lo que muchas veces después de fuertes aplicaciones de nitrógeno a la caña, la hoja aumenta en tamaño y toma un intenso color verde obscuro, sin que haya un aumento proporcional en el crecimiento de la caña. El ácido fosfórico y la potasa por el contrario no tienen un efecto tan marcado como el nitrógeno en el desarrollo de la hoja, pero aumentan su eficiencia y su poder de asimilación (17). Son estos datos de suma importancia en la fertilización de la caña que demuestran la conveniencia de usar abonos completos y equilibrados, y lo ineficaz que resulta a veces la aplicación exclusiva de compuestos nitrogenados.

Según D. E. Haley del Pennylvania State College (Journal of the American Society of Agronomy, Vol. 21, No. 2) una de las funciones más importantes del potasio en el metabolismo vegetal es neutralizar los ácidos formados como productos de este metabolismo, y transportarlos a los tejidos más viejos que contienen cantidades mayores de calcio, donde son precipitados. Si estos ácidos no son neutralizados y removidos, la planta no se desarrolla normalmente y es menos vigorosa y resistente al ataque de las enfermedades. Por esta razón aplicaciones liberales de nitrógeno que traen como resultado una formación excesiva de ácidos orgánicos en la planta, deben ser acompañadas de aplicaciones correspondientes de sales de potasio.

Está plenamente edmostrado que el nitrógeno retarda la madurez de la caña prolongando su período de crecimiento y disminuyendo la pureza de los jugos (14) (15). El ácido fosfórico por lo regular acelera la madurez de las cosechas, pero no se ha podido probar que tenga este efecto sobre la caña de azúcar. Según J. A. Verret, Jefe de la Sección de Agronomía de la Estación Experimental del Hawaii, el ácido fosfórico y la potasa no tienen efecto alguno en la pureza de los jugos o en su riqueza en azúcar, mientras que W. P. Alexander de la Ewa Plantation, sostiene por el contrario que en terrenos deficientes en potasa, aplicaciones de potasa no tan sólo aumentan la producción sino que mejoran la riqueza de los jugos (14). Ciertas experiencias habidas en Puerto Rico parecen confirmar los resultados obtenidos por Alexander en Ewa a este respecto (15). Los trabajos de Mc Allep de la Estación Experimental del Hawaii, demuestran que el ácido fosfórico juega un papel importante en la clarificación de los jugos, y que éstos no clarifican bien cuando el contenido del jugo en fósforo no llega a un cierto mínimo (14). Las experiencias de E. D. Colón, en la Central Plazuela, parecen confirmar estos resultados obtenidos por McAllep.

Práctica de abonar.—La práctica de abonar en Java (9) consiste en el uso casi exclusivo de sulfato de amoníaco. Durante el año 1927 se usó en esta Isla un promedio de 467 libras de sulfato de amoníaco (95.6 libras de nitrógeno) por acre. Solamente se aplicaron abonos fosfáticos al 14 por ciento de los terrenos dedicados al cultivo de la caña usándose un promedio de 61.6 libras de ácido fosfórico por acre. Por regla general se aplica todo el abono durante las diez primeras semanas de sembrada la caña. En Java no se usan abonos potásicos.

En Hawaii (3) se hacen primero dos o tres aplicaciones de abono completo usándose un total de abono que varía entre 1,000 y 2,000 libras por acre, para ser seguido más tarde por una aplicación de 600 a 1,000 libras de nitrato de soda o sulfato de amoníaco por acre, teniéndose buen cuidado de hacer esta última aplicación de fertilizantes por lo menos un año antes de la época en que se espera cortar la caña (9). Las fórmulas de abono completo que se usan en el Hawaii contienen del 9 al 12 por ciento de nitrógeno, del 5 al 9 por ciento de ácido fosfórico, y del 6 al 10 por ciento de potasa. El promedio de ni-

(Continúa en la página 43)

Estudio del Aumento de Producción de Azúcar en Puerto Rico

Por *José Oscar Bravo*,
Bachiller en Ciencias Económicas, Universidad de Pensilvania.

Dedicado a Oscar Bravo.

MOTIVO

Es el propósito del presente trabajo examinar la causa o causas probables que determinaron el último aumento en la producción azucarera de Puerto Rico. Un análisis de esta clase arrojará alguna luz en lo que se refiere a la amplificación de la industria del azúcar en lo futuro. Una contestación de los hechos indicados tiene importancia para Puerto Rico porque la industria azucarera constituye la principal fuente de riqueza de la isla, y para Estados Unidos también por ser Puerto Rico una de sus posesiones más importantes. La próxima extensión de la industria en Puerto Rico, será necesariamente cuestión de gran importancia para Estados Unidos.

El artículo que tenemos el gusto de insertar a continuación fué preparado y presentado por su autor a la Facultad de la Wharton School of Commerce & Finance (Escuela de Comercio & Finanzas Wharton) de la antigua y acreditada Universidad de Pennsylvania, como tesis para optar el grado de Bachiller en Ciencias en Economía. En algunos detalles, muy pocos por cierto, el Departamento no está de acuerdo con el señor Bravo; pero teniendo en cuenta que él no es Agrónomo hemos resuelto reproducir el trabajo en su totalidad, respetando las ideas originales que fueron sometidas al claustro Universitario ya mencionado.

Datos Prefaciales de Puerto Rico

Puerto Rico es una de las Antillas. Está situada al sudeste de la isla de Santo Domingo y al nordeste de Jamaica. La distancia entre la Habana, capital de Cuba y San Juan capital de Puerto Rico, es de mil millas aproximadamente. La isla tiene 35 millas de ancho y cien millas de largo, con un total aproximado de 3,500 millas cuadradas, casi tres cuartas partes del tamaño del estado de Rhode Island. Es Puerto Rico uno de los puntos más densamente poblados del mundo entero. Su censo de 1922, acusó una población de 1,346,623 habitantes o sea 384 personas por milla cuadrada.

Esta pequeña Isla fué descubierta por Colón en el año 1493 y nombrada San Juan, pero debido a varios hallazgos mineros de pequeña importancia le fué cambiado el nombre por el de Puerto Rico.

Tiene Puerto Rico una ascendencia española. Desde los días de su descubrimiento por Colón hasta la guerra con España estuvo bajo el dominio de aquel Reino, por lo que la pasada generación conserva todavía ideales y costumbres españolas. No obstante, la generación nueva que ha crecido a la sombra de la bandera estrellada, está americanizada en gran parte. Al contrastar ambos sistemas de gobierno el español y el americano he oído repetir los comentarios hechos por varios descendientes de peninsulares en el sentido de que Estados Unidos ha hecho más por la Isla en los últimos treinta años, que el Trono español en cuatro centurias. "Estas mejoras se han realizado con una forma más liberal de gobierno, con la construcción de carreteras, proveyendo un adecuado sistema de educación parecido al que existe en la Unión, e impulsando la sanidad pública que logró exterminar las plagas y las enfermedades.

En lo que se refiere al desarrollo industrial de la Isla, puede asegurarse que la mayor parte de su riqueza consiste del producto del suelo. Puerto Rico es en primer término agrícola, y con excepción de la industria de bordados introducida recientemente, la fuente de materia prima para las manufacturas procede del suelo casi exclusivamente. En la elaboración de azúcar crudo, cigarros y cigarrillos el desarollo de los varios aspectos de estas industrias depende enteramente de la tierra. Las principales industrias de Puerto Rico por orden de importancia son: azúcar, tabaco, café y frutas. Salvo la industria de bordados, las otras son de menor importancia y ofrecen poca perspectiva para el porvenir. Entre éstas, figuran el algodón, el arroz y los productos lecheros.

Qué es la Industria Azucarera

La caña de azúcar fué introducida por los árabes en Egipto, Sicilia y el sur de España en los días medioevales. En el año 1420 fué llevada a Madeira por los Reyes de España, y poco después del descubrimiento de América fué traída a Santo Domingo de donde se propagó a las otras antillas y al continente sudamericano. En pleno siglo XVIII el azúcar

era realmente un artículo de lujo y no llegó a entrar en el concurso diario hasta que se generalizó el uso del café y del té como bebidas.

Andreas Margoff en el año 1747 descubrió azúcar en las raíces de la remolacha, pero no se dió mucha importancia a su hallazgo hasta que se estableció en 1801 la primera fábri- estableció en 1801 la primera fábrica de azúcar de remolacha. Las guerras napoleónicas elevaron considerablemente el precio del azúcar y esto sirvió de estímulo al cultivo de la remolacha. De aquí que se llevara esta industria a Alemania y muy especialmente a Francia, donde la industria se agarró sobre firmes bases allá para 1830.

Desde el siglo XVIII el azúcar ha ocupado un puesto importante en el consumo humano, y desde aquellos días hasta hoy ha constituido uno de los alimentos de primera necesidad en el mundo.

La industria en su aspecto actual está muy esparcida. El azúcar de caña es un producto del trópico, el de remolacha de las zonas templadas, principalmente en Europa. Ambas ramas de la industria han sostenido un período de competencia, con excepción de los períodos anterior y posterior a la guerra mundial, en que el azúcar de remolacha sufrió enormes quebrantos en lo que a producción se refiere, debido a la anormalidad de los asuntos en el continente. La conflagración europea trajo como consecuencia el desenvolvimiento de la producción de azúcar de remolacha, porque la mente de los hombres estaba toda en el empeño de ganar la guerra, con detrimento de las industrias europeas. Durante los últimos años la producción de azúcar de remolacha casi se ha establecido llegando al nivel ante-bélico y estableciendo de nuevo la compentencia entre una y otra.

En el proceso de elaboración, el azúcar se subdivide en dos ramas: la manufactura de azúcar crudo y la refinería. La primera se efectúa en las regiones tropicales y subtropicales y en la mayoría de los casos se sitúan las centrales en las inmediaciones del campo de caña, mientras que la refinería se practica a lo largo de la costa meridional de Estados Unidos y en Luisiana. Hay excepciones en estos casos pero la verdad es que esto puede asegurarse en la mayoría de los casos. Hace algún tiempo que varias firmas han establecido pequeñas refinerías especialmente Guánica y últimamente la Central Mercedita (Ponce) estableció una grande en el Sur de la Isla. El resultado que han de dar es cosa del futuro.

A fin de establecer contrastes entre la importancia de la producción de azúcar de caña de remolacha en las industrias del mundo, usamos la tabla que sigue y que ha sido tomada de la Enciclopedia Británica, que da las cifras de la producción en toneladas cortas tanto de la una como de la otra.

PRODUCCION MUNDIAL DE AZUCAR
(En toneladas cortas.)

Año	Caña	% producción	Remolacha	% producción
1909–13	10,000,000	55.0%	8,000,000	45.0%
1920–21	13,000,000	72.2%	5,000,000	27.0%
1924–25	17,000,000	65.4%	9,000,000	34.6%

Cuando se restablezca en su normalidad el cultivo de la remolacha en Europa y Rusia, si no disminuye el azúcar de caña, entonces la producción total será 18,000,000 de toneladas cortas de azúcar de caña y 10,000,000 de toneladas de azúcar de remolacha.

El punto aquí a determinar es si el mundo puede consumir tan enorme cantidad de azúcar y la presunción es de que sí puede hacerlo con precios moderados. Si la normalización del producto remolachero permite que se mantenga en la posición actual la extensión y cultivo del azúcar de caña, es cosa que dirá el porvenir. Mientras tanto lo que más conviene para el mundo es que exista gran cantidad de azúcar a precios moderados. Se están desarrollando a última hora ciertas complicaciones tales como la restricción gubernamental en la producción de Cuba, y la limitación que ha impuesto la Gran Bretaña a la producción remolachera.

Importancia de la Industria de la Caña de Azúcar en Puerto Rico

La tabla abajo inserta y los grabados que siguen, muestran la importancia de la caña de azúcar en Puerto Rico, comparada con las otras tres industrias principales, o sean: tabaco, café y frutas. El primero de los grabados demuestra que las exportaciones de azúcar suman dos veces más que las otras tres cosechas juntas. El segundo grabado demuestra que las exportaciones de azúcar suman más de la mitad de las exportaciones totales de la Isla. Por lo tanto, debemos llegar a la conclusión de que el porvenir de Puerto Rico de mantenerse la situación actual dependerá principalmente del progreso que realice la industria azucarera.

IMPORTANCIA RELATIVA DE LAS PRINCIPALES EXPORTACIONES DE PUERTO RICO
Durante los años fiscales 1924–25 y 1925–26.

Producto	Valor 1924–25	Valor en 1925–26	% de exportación 1924–25	% de exportación en 1925–26
Azúcar	$40,784,886	$53,240,480	65.0%	65.4%
Tabaco (incluyendo cigarros y cigarrillos)	15,314,754	17,038,642	24.0%	21.0%
Café	4,316,859	6 579 567	5.0%	8.6%
Frutas	4,344,879	3,1 3,227	6.0%	5.0%
Total	$64,761,37	$79,961,9 6	100.0%	100.0%

Capítulo I

El por ciento de aumento en la producción de azúcar en Puerto Rico, es, desde la gran guerra, mucho mayor que el que acusan los principales países azucareros del mundo. Parece que son las condiciones locales las responsabilidades del rápido desarrollo de la industria en esta Isla, y no las condiciones que prevalecen generalmente en el mundo azucarero.

He tomado como base para mi análisis a cuatro de los principales países productores de azúcar en el mundo, a saber: Puerto Rico, Cuba, Hawaii y las Filipinas. El promedio de producción de azúcar durante la última década en Puerto Rico, Hawaii y las Filipinas se calcula en 400,000 toneladas cortas mientras que el de Cuba se estima en 4,000,000 de toneladas. Debemos, por lo tanto, tener siempre en cuenta que Cuba produce diez veces tanta azúcar como cualquiera de los países aquí mencionados.

Un análisis gráfico del por ciento de aumento en la producción azucarera de Puerto Rico, Cuba, Hawaii y Filipinas muestra los siguientes resultados definitivos:

(1) Que ha habido una tendencia general hacia el aumento de producción de azúcar en todos ellos.

(2) Que durante los primeros cinco años (1918–1922) mientras la producción en Cuba y Filipinas iba en notable aumento, descendía considerablemente en Puerto Rico y Hawaii. El por ciento de aumento de producción durante este período fué:

Cuba	25 por ciento
Filipinas	25 por ciento
Puerto Rico	8 por ciento
Hawaii	12 por ciento

(3) Que durante los cinco años siguientes (1922–1927) tales aumentos en la producción total continuaron en las Filipinas en la misma proporción, mientras que Cuba realizaba muy leves progresos en el mismo período. Por otra parte, la producción total de azúcar en Puerto Rico y Hawaii aumentó de 93 a 145 refiriéndose a Hawaii, y de 94 a 155 en el caso de Puerto Rico. El aumento de producción en este período fué:

Cuba	28 por ciento
Filipinas	42 por ciento
Puerto Rico	55 por ciento
Hawaii	45 por ciento

(4) Debemos, por tanto, llegar a la conclusión que por la concurrencia de factores locales o por la ausencia de las restricciones tarifarias, Puerto Rico y Hawaii pudieron lograr el aumento anotado. Como el propósito de mi tésis va dirigido a determinar las posibilidades de ampliar el área de la industria azucarera en Puerto Rico, y no en Hawaii, me limitaré en lo sucesivo a estudiar aquél. Lo que resta de mi estudio se dedica a estimar los factores que afectan la producción de azúcar en Puerto Rico.

Causas de la expansión post bélica

Al determinar las causas de la expansión de la industria azucarera en Puerto Rico durante la última década, los siguientes factores locales deben tomarse en consideración para determinar la causa o causas responsables del aumento: (*a*) área, (*b*) preparación del terreno y abonos; (*c*) precipitación pluvial; (*d*) la enfermedad del mosaico; (*e*) la selección de variedades.

Capítulo II

El aumento en producción que siguió a la guerra mundial, puede que se haya debido a la expansión del área en el cultivo de la caña. Examinemos esta posibilidad. El Departamento de Hacienda de Puerto Rico nos da los siguientes datos relativos al área:

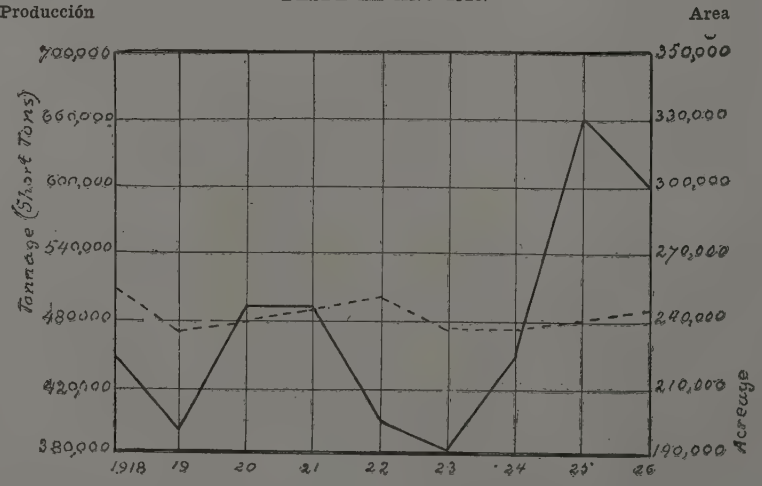
1918	256,431 cuerdas
1919	283,901 cuerdas
1920	240,181 cuerdas
1921	241,372 cuerdas
1922	244,180 cuerdas
1923	239,676 cuerdas
1924	236,600 cuerdas
1925	240,010 cuerdas
1926	242,745 cuerdas

Las cifras que siguen demuestran la producción de azúcar en Puerto Rico durante el mismo período.

1918	453,793 toneladas cortas
1919	406,002 toneladas cortas
1920	485,070 toneladas cortas
1921	489,817 toneladas cortas
1922	408,325 toneladas cortas
1923	379,171 toneladas cortas
1924	447,587 toneladas cortas
1925	660,411 toneladas cortas
1926	603,240 toneladas cortas

A fin de determinar si existe o no la debida correlación ente el área de cultivo y la producción, las dos tablas que anteceden se presentan gráficamente así:

COMPARACION ENTRE EL NUMERO DE CUERDAS SEMBRADAS DE CAÑA Y LA PRODUCCION DE AZUCAR CRUDO EN PUERTO RICO DESDE EL AÑO 1918.



El diagrama demuestra gráficamente que el área tuvo muy poco que ver en las fluctuaciones del tonelaje producido. La línea del área es ca-

si derecha en el período de ocho años, mientras que la línea de producción ha fluctuado de año en año. Esto se hace más evidente en el espacio comprendido entre 1924 y 1926, en que el área era casi la misma, mientras la línea de producción saltaba a 200,000 toneladas aproximadamente. Durante el año 1923 en que la producción de azúcar descendió de su punto normal, el área de cultivo era la misma; de donde se infiere claramente que el aumento de producción en Puerto Rico no tiene relación con el área. La zafra de la Isla ha disminuido o aumentado de año en año, a pesar de que el área de cultivo permanecía casi inalterable.

Capítulo III

Un número de cosecheros de caña en Puerto Rico han sostenido la teoría de que el amento en producción de azúcar logrado se debe a la introducción de mejores métodos para preparar el terreno, y la mayor familiarización que se tiene con el debido uso de los abonos.

Esta afirmación es errónea. Puerto Rico sigue muy de cerca el plan de siembra de caña que se utiliza comúnmente en todo el mundo azucarero. Si exceptuamos dos o tres diferenciaciones en la técnica de la preparación del suelo, los métodos observados en las distintas regiones del mundo azucarero son casi idénticos.

Los sembradores en toda la Isla conocen a la perfección este sistema que han practicado en los últimos diez años, aunque es cierto que se han hecho continuamente investigaciones experimentales en esas direcciones, más bien ha sido con el propósito de retener el sistema que el de adoptar nuevos métodos que aseguren mayores rendimientos. Las tierras, lo mismo en Puerto Rico que en cualquier parte, están ya exhaustas por el uso constante; de aquí, la necesidad de utilizar los abonos para devolverles los elementos de que carecen, o de que están parcialmente necesitadas. Debemos, por tanto, llegar a la conclusión de que el factor PREPARACIÓN DEL TERRENO Y ABONOS, ha tenido poco que ver en el aumento de la producción de azúcar en Puerto Rico, aunque es forzoso admitir que el uso de los abonos ha ayudado el terreno a mantener el promedio de producción por cuerda.

A fin de familiarizar al lector con el sistema general de trabajo en la preparación de los terrenos para cultivo, haré un breve sumario de sus aspectos principales, iguales, como dije antes, a los usados en el mundo azucarero.

Antes de hacer indicación alguna respecto de los métodos para preparar y mejorar el terreno, debemos fijarnos en las condiciones físicas del suelo. Hay cinco elementos diferentes en la constitución de la gran masa de nuestro suelo, las cuales constan de distintas partículas que difieren unas de otras en tamaño y forma. Son éstas el barro, la aluvia, la arena, el humus y el cascajo. Este último no está considerado como terreno. Sus partículas mayores se denominan pedruscos, y las más pequeñas pueden ser clasificadas como arenas. El barro es más pequeño en tamaño que la arena y la aluvia se encuentra situada entre ambos.

El humus de cuarta clase se compone de materias orgánicas o vegetales y se encuentran en diversos estados de descomposición y finura. Una buena pieza de tierra debe contener todas estas cuatro substancias.

Si todas las partículas que forman el terreno fueran iguales en tamaño, entonces las dimensiones de los poros entre aquellas partículas estarían en proporción al tamaño de las mismas, y mientras mayor fuera la partícula mayor sería la abertura entre ellas. Pero como todos los tipos de terrenos contienen partículas de distintos tamaños ocupando las pequeñas los puntos intermediados entre las grandes, estos poros se hacen cada vez más pequeños, más cerrados, hasta que se hace necesario abrirlos de un modo u otro. Claro que el tamaño de los espacios que originan los poros, depende de la proporción que exista entre las grandes y las pequeñas partículas. La circulación del aire y del agua a través del terreno, depende del tamaño de estos espacios y como es natural, esta característica del suelo es de la mayor importancia. Si el terreno contiene una gran proporción de arcilla o de materia fina, el tamaño de las aberturas entre las partículas puede ser tan pequeño que haga imposible o inadecuada la circulación del aire. Si por el contrario hay una pequeña cantidad de arcilla entonces las aberturas serían muy grandes y dejarían escapar el agua. El humus es a manera de una esponja y retendría el agua en casos como éstos. Cuando se aplica la cal a los terrenos arcillosos se consigue con ello la dilatación de los poros, por tender a fundir diversas partículas en un grupo.

En estos casos los propietarios siempre que conozcan las condiciones físicas de sus tierras, pueden mejorar la circulación de aire y agua en los mismos, aplicándole cal para dilatar los poros y facilitar así el medio de proporcionarse esos elementos, e incorporándole materia orgánica y abonos verdes para que puedan retener la humedad. Es importante también que el terreno sea trillado periódicamente por medio de tractores y otros implementos, a fin de que las partículas tengan siempre gran cantidad de poros.

Otro importante factor en esta cuestión es la formación de las bacterias útiles llamadas "Aeróbicas". Estas bacterias necesitan aire para vivir. Su resultado beneficioso se deriva del hecho de que el nitrógeno—uno de los principales elementos constituyentes del suelo, que es de importancia primordial en el desarrollo de la caña—lo convierten estas bacterias en sales nitrosas, amoníaco, proteína, etc., que así alteradas, las necesitan las plantas, debiendo conservarse su aprovisionamiento en forma de nitrógeno. Si éste se mantiene en forma de sales nítricas lo lavarían arrastrándolo las lluvias densas. Si se mantienen en forma de nitrógeno se evita este mal. Se da este proceso el nombre de nitrificación y no puede ocurrir sino cuan-

do hay amplio campo para que la libre circulación del aire mantenga vivas las bacterias.

Sigue en importancia la preparación del terreno a fin de proveerlo del suficiente desagüe. Si faltan las zanjas el exceso de agua se acumula en las raíces de las plantas, en vez de escurrirse. El sol del trópico calienta estos charcos lo suficiente para convertirlos en criaderos de parásitos que atacan las raíces de la planta hasta podrirla. Entonces la planta amarillea por carecer de raíces potentes que extraigan del suelo el alimento que necesitan.

Volvemos ahora a considerar los elementos inorgánicos del suelo, su debido empleo y manejo. A fin de acumular azúcar en sus tejidos, los órganos de la planta necesitan ciertas materias inorgánicas que absorben del suelo. Las que siguen son los elementos inorgánicos absortos del suelo por la caña, la ausencia de los cuales puede suplirse mediante abono: potasio, nitrógeno, calcio, magnesio, ácido sulfúrico, ácido fosfórico y hierro. De estos siete elementos hay cuatro que se agotan fácilmente y que pueden ser arrastrados del terreno, y son: el nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa y el calcio. Los otros no se necesitan en gran proporción y siempre hay de ellos suficiente cantidad en el suelo.

Las funciones que desempeñan los cuatro elementos antedichos son: El nitrógeno estimula el crecimiento de la planta, dándole abundancia de follaje. Cuando las hojas se tornan verdes es prueba de que se ha formado la clorofila en la planta. El ácido fosfórico produce dos efectos en la planta. Estimula la formación de raíces largas y fuertes y en segundo término precipita la madurez de la mata. La potasa es el primer factor en la formación del almidón, el azúcar y los tejidos de la planta. El calcio tiene la propiedad de neutralizar la acidez del suelo, siendo de gran utilidad en la descomposición de los compuestos de hierro y las toxinas de albúmina a menudo existentes en el suelo y procedentes de otras materias. Al neutralizarse la acidez del suelo el número de bacterias beneficiosas aumenta. Su efecto físico es el de dilatar los poros del suelo. Sostienen ciertos autores, al tratar esta cuestión, que en toda casa debe hacerse un análisis del terreno (suelo y subsuelo) con el fin de determinar cuál de los elementos falta, o se presenta en cantidad escasa, para aplicar entonces el tipo exacto del abono necesario. Pero la experiencia en Puerto Rico ha demostrado que si una parcela de tierra de una cuerda de extensión se divide en cien trozos, cada uno de éstos aparecerá deficiente en distintos elementos. Por lo tanto, parece un gasto excesivamente superfluo examinar separadamente todos estos pedazos de tierra por separado. La Central Guánica que es nuestra mayor factoría ensayó este experimento, pero después de una larga observación los abandonó por lo costoso que resultaba. Solamente las Estaciones Experimentales para fines de información, y para estudios detallados conservan estos análisis en Puerto Rico.

Cuando se abandonó el análisis de tierras, los químicos y los cosecheros, juntos con las Estaciones Experimentales de la Isla, iniciaron un extenso estudio para llegar a una fórmula que fuera suficiente para las necesidades generales del suelo. Se consiguieron varios resultados obteniéndose diversas fórmulas. De estas la más importante y que todavía está en uso es la "standard" 12–6–5, o sea 12 partes de nitrógeno, 6 partes de ácido fosfórico, y 6 de potasa. Entre otras que hay en uso, figura la 8–8–5 y la 9–8–5.

El cosechero también utiliza los abonos simples, integrados solamente por uno de estos elementos, según la necesidad lo requiera, o sea un compuesto de nitrógeno si desea estimular el crecimiento de las plantas, uno de ácido fosfórico si se dirige a desarrollar mayor raigambre o precipitar la madurez, y uno de potasa si lo que se persigue es el aumento en almidón y azúcar, etc., según el caso.

En la actualidad los sembradores prefieren utilizar un abono que supla las necesidades del suelo en general, en vez de decidirse por uno determinado para un terreno específico. Los estudios y las investigaciones continúan para ver de llegar a un uso general en la práctica.

Sumarizando la discusión anterior parece lo más probable que el reciente aumento de producción de azúcar en Puerto Rico no se ha debido ni a los mejores métodos de cultivo ni al uso inteligente de los abonos. Por tanto, los descartaremos de nuestra discusión por aparecer como factor negativo, más bien que positivo.

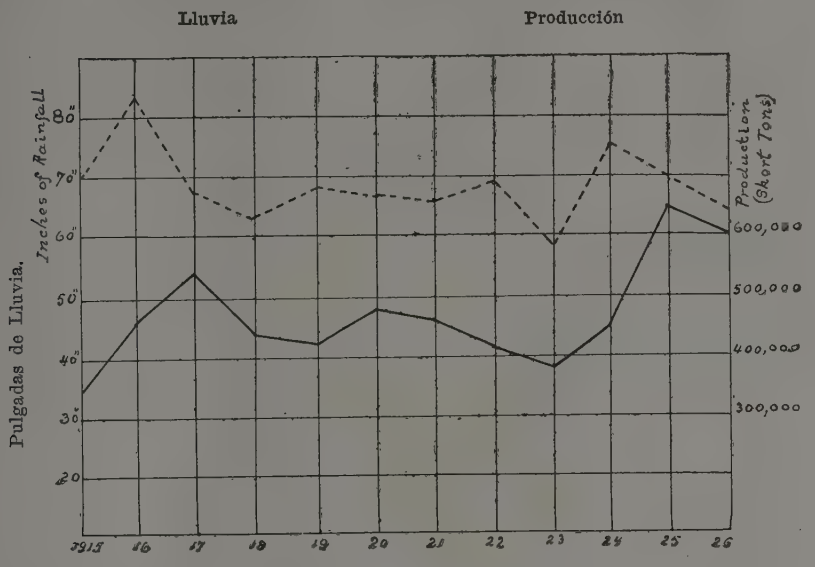
Capítulo IV

El factor que discutiremos ahora, como contestación posible a nuestro problema, es la Precipitación Pluvial. En primer lugar urge determinar si las lluvias afectan nuestra producción de azúcar y en segundo término si el aumento conseguido en nuestra producción de azúcar y en segundo término si el aumento conseguido en nuestra producción azucarera se ha debido exclusivamente a las lluvias.

Un análisis gráfico de la percipitación pluvial y la producción demuestra la influencia de la lluvia en las zafras de la isla durante el período en discusión.

La correlación entre la lluvia y la producción de azúcar se demuestra por el siguiente gráfico que parece indicar que el tonelaje anual tiende a variar según oscila la precipitación pluvial. Hay un factor que salta a la vista, queriendo probar que hay algo que afecta la producción de azúcar además de la lluvia; pues a pesar de que tuvimos un descenso en pulgadas de agua en los años 1924 a 1925 y 1925 al 1926, la zafra aumentó considerablemente en esas mismas fechas. En el año 1925 la producción fué de un 47 por ciento sobre 1924 y en 1926 la producción fué de un 35 por ciento sobre 1924 aunque el pluviómetro acusó un descenso, o sea de 75 pulgadas en 1924, a 68 pulgadas en 1925 y 62 pulgadas en 1926.

LA PRECIPITACION PLUVIAL EN RELACION CON LAS ZAFRAS



Al resumir nuestro análisis derivamos las siguientes conclusiones:

(1) Que el área sembrada de caña ha permanecido casi inalterable, mientras que la producción de azúcar ha variado, ascendiendo notablemente de año en año. Por lo tanto, no encontramos ninguna relación entre el área de cultivo y la producción.

(2) Que ni los mejores métodos de cultivo, ni el más inteligente uso de los abonos, pueden estimarse como factores determinantes de nuestro aumento de producción.

(3) Que aunque la lluvia ejerce una influencia directa sobre la producción, hay algo más coadyuvando con ella que afecta directamente nuestra zafra.

Capítulo V

La enfermedad del mosaico

En el año 1915 una enfermedad misteriosa y desconocida a la que se llamó "Matizado" o enfermedad de raya amarillas hizo su aparición en la Isla. Sus efectos en la caña eran de carácter grave, retardaba su madurez y reducía en gran proporción su contenido de sucrosa. Los síntomas aparecían en la planta con unas rayas amarillas extendidas a lo largo de las hojas y luego todas las hojas en la superficie cubierta por las rayas aparecían pobladas de perforaciones.

Ya para el año 1918 tres cuartas partes del área cañera de la Isla estaban bajo la garra de la enfermedad infligiendo a la industria azucarera pérdidas equivalentes a muchos miles de dólares. Los cosecheros de la Isla se alarmaron considerablemente por los estragos de la citada enfermedad y prontamente se organizó una campaña de investigación y estudio para localizar sus causas. Se necesitaba un sistema de eficiencia definitiva para remediar la situación.

Los experimentos iniciales tendieron a dividir o clasificar las variedades existentes en tres grupos: las susceptibles, las parcialmente susceptibles y las inmunes. Los resultados fueron: (1) Que el 98 por ciento del área azucarero de la Isla estaba sembrada de variedades que con raras excepciones habían permanecido bajo cultivo constante por espacio de muchas generaciones. (2) Que un gran por ciento de esta área estaba poblada exclusivamente de cinco variedades principales, a saber: (*a*) Rayada, (*b*) Cristalina, (*c*) Cavangerie, (*d*) Caledonia Amarilla y (*e*) Blanca. Todas ellas eran altamente susceptibles de contraer la enfermedad excepto la Cavangerie que fué la única que resultó indemne. Esta variedad aunque inmune al mosaico, es muy delgada, su contenido de guarapo es bajo y posee ciertas características que la hacen indeseable.

Al dar los cosecheros el frente a esta situación se encontraron en esta forzosa disyuntiva: O sembrar la caña Cavangerie o dejar sucumbir bajo el mosaico todas las plantaciones de la Isla. Como lo más sabio era lo primero se comenzó como medida de emergencia la siembra de la Cavangerie. Los resultados que se obtuvieron con ello en el distrito oeste—el más castigado por la enfermedad—fueron como sigue:

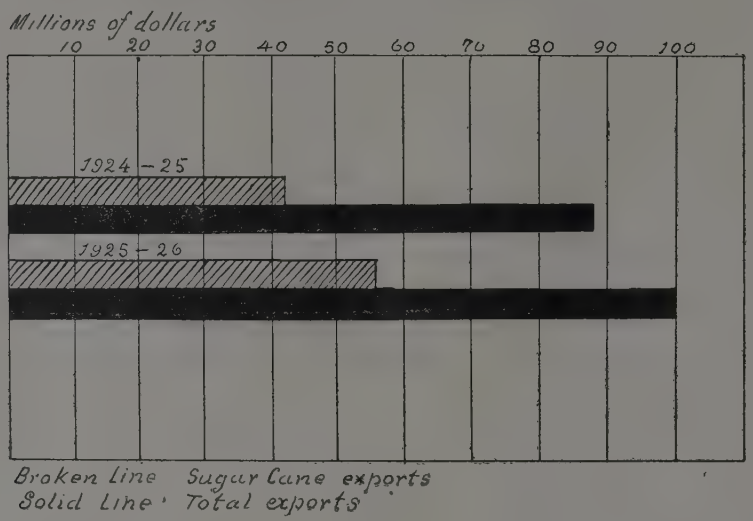
TONELAJE DE AZUCAR POR CUERDA

Año	Situación	Pagán	San Germán	Distrito de la Eureka
1917	Sin mosaico	16.24	16.78	.....
1920	Mosaico intenso	12.52	15.46	14.50
1921	Se inicia la siembra de Cavangerie en Pagán	12.40	13.24	8.00
1922	Mosaico intenso en las otras siembras de Cavangerie en Pagán	15.30	10.08	8.30
1923	Se inicia la Cavangerie en dos distritos más	24.68	16.44	14.16
1924	Cvangerie en general	29.84	24.51	20.22
1925	Cvangerie en general	26.49	29.49	19.18

La utilización de la Cavangerie como caña de emergencia sirvió para detener el mosaico, y esto dió margen a que tanto los sembradores como las estaciones experimentales estudiaran un plan científico para la siembra de cañas; esto es, llevar a cada trozo de terreno la caña adecuada a sus necesidades.

Desde que ocurrió la infección del mosaico en la Isla, se han importado algunas nuevas variedades de caña que han dado el mayor rendimiento posible, por cuerda. La discusión de estas variedades será el tema de mi próximo capítulo pero quiero en este punto señalar el hecho de que la infección del mosaico fué la que abrió nuestros ojos dirigiéndolos hacia la siembra científica y la experimenta-

IMPORTANCIA RELATIVA DEL AZUCAR COMPARADA CON LAS EXPORTACIONES TOTALES DE PUERTO RICO.



ción. También aprendimos a estar pendientes de las estaciones experimentales como las fuentes de donde obtener toda la información relacionada con la siembra de caña.

Capítulo VI

La selección de variedades

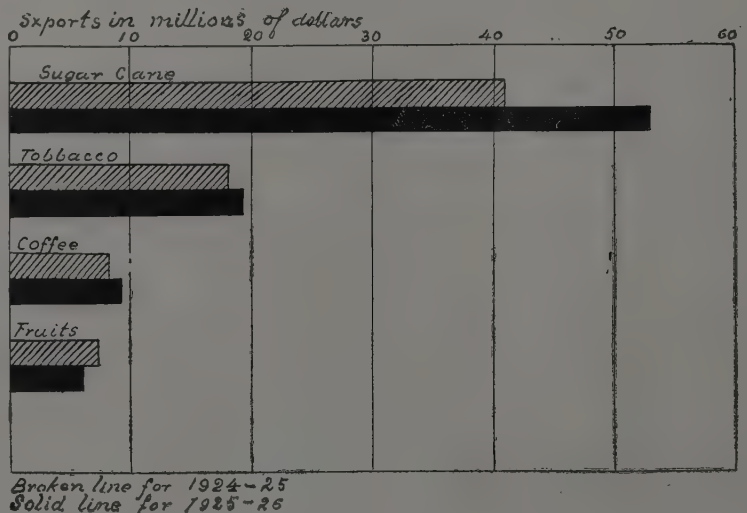
Quiero probar en este capítulo que el reciente aumento en la producción de azúcar en Puerto Rico, se ha debido a la introducción de las nuevas variedades de caña. En confirmación de lo expuesto trataré de demostrar: (1) Que ciertas variedades de caña producen mayores beneficios si las siembra en una clase especial de terreno. También, que existen variedades inmunes a las enfermedades y que pueden resistir las plagas y los ataques de los insectos, mejor que otras, por lo que el cosechero al sembrarlas se protege y ampara contra las pérdidas en la producción. (2) Que el período 1924 a 27 en que la producción de Puerto Rico aumentó casi 200,000 toneladas cortas, o de cerca de un 42 por ciento sobre la zafra de 1923, coincide con la fecha en que la actividad eminente consistió en la introducción de nuevas variedades. Quiere decir que cuando las nuevas variedades llegaron a utilizarse generalmente en la Isla, la producción aumentó considerablemente.

En Puerto Rico, el método de sembrar caña dependía antes del gusto personal del cosechero. El tipo promedial del agricultor sembraba su caña favorita en cualquier terreno y bajo cualesquiera circunstancias sin detenerse a pensar en su adaptabilidad, o hacia una miscelánea de diversas cañas en un mismo suelo. El error de ambos métodos se hizo patente cuando la infección del mosaico. Hasta entonces, aunque se se había intentado la introducción de variedades nuevas por las estaciones experimentales Insular y Federal, el propietario no había demostrado interés alguno por aceptar los modernos sistemas de producción, permanecían atados a sus senectos métodos de siembra. Fué la necesidad la que despertó el interés público hacia esta cuestión.

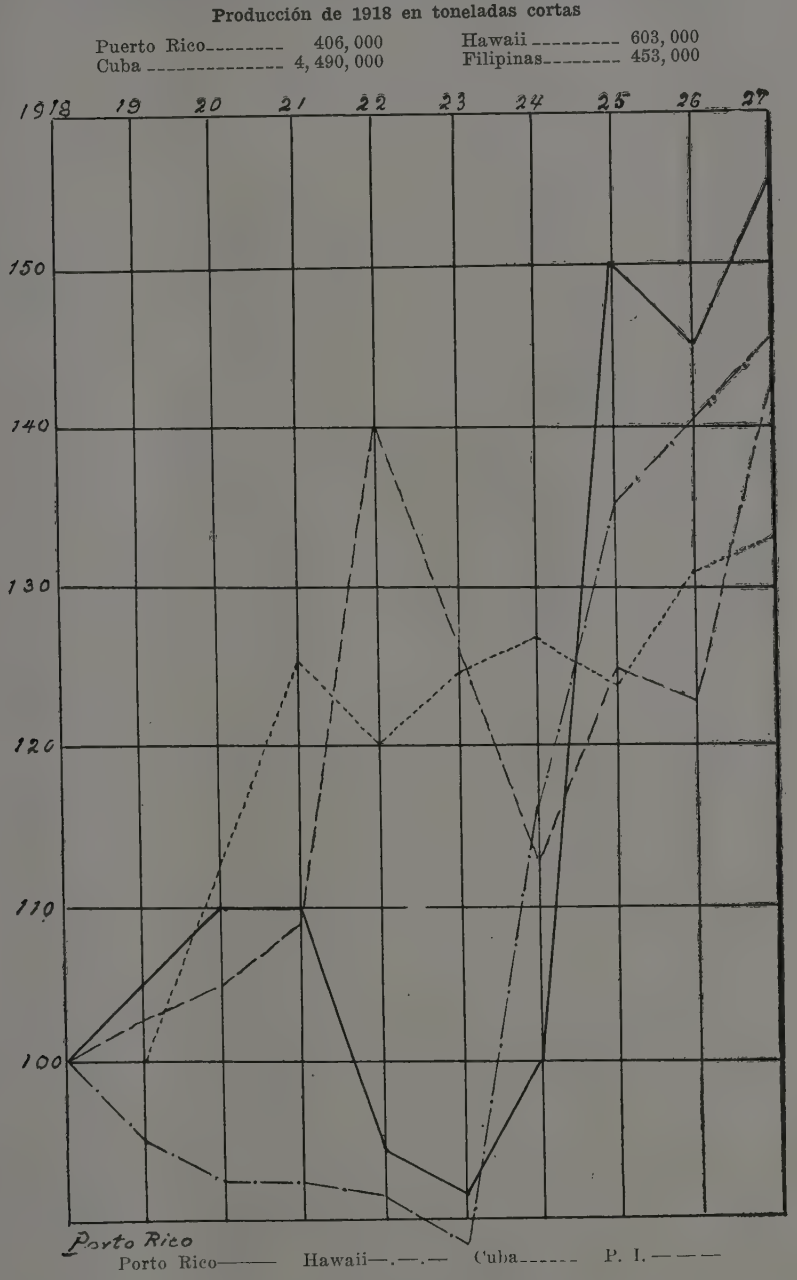
El primer factor que llamó la atención de las estaciones experimentales fué el hecho de que ciertas variedades de caña son o inmunes o no muy susceptibles a ciertas enfermedades. También se hizo notar la carencia de remedios prácticos conocidos para las enfermedades de la caña, a no ser las medidas preventivas, o la sustitución de las enfermas por las cañas de elevada resistencia. He aquí por qué se inició una diligente búsqueda de variedades en Java, Mauricio, Australia, Brasil, Jamaica, Hawaii y Luisiana, de donde más tarde se trajeron a Puerto Rico. La investigación se encaminaba al hallazgo de variedades inmunes, o no susceptibles de contraer enfermedades, y más tarde dirigió su atención a adaptar las variedades a las necesidades y circunstancias del terreno.

Para probar mi afirmación de que cierta variedad de caña producirá mejores resultados en determinada clase de tierra y bajo ciertas circunstancias, tomaré como ejemplo la

PRINCIPALES EXPORTACIONES DE PUERTO RICO EN LOS AÑOS FISCALES 1924–25 Y 1925–26.



AUMENTO RELATIVO EN LA PRODUCCION DE AZUCAR EN PUERTO RICO, FILIPINAS, HAWAII Y CUBA, DE 1918 A 1927 INCLUSIVES.



"Otahaiti" o caña Blanca. Esta variedad era una de las favoritas en Puerto Rico por espacio de largos años y tuvo al principio grandes éxitos, cuando favorecían su crecimiento las circunstancias. Se adapta a limitadas condiciones de cultivos. Requiere un terreno bien aereado con abundante existencia de materia vegetal. Estas condiciones las suple admirablemente una selva vírgen. Fué en estos terrenos en que la Otahaiti se sembró al principio y por ello obtuvo grandes triunfos.

Cuando las tierras se volvieron compactas, viejas y carentes de humus y otros elementos de fertilidad que estaban parcialmente agotadas en la Isla, la Otahaiti fracasó y sus rendimientos fueron más escasos cada año. Deteriorado el suelo la variedad fracasó no porque no fuera en sí una caña excelente, sino porque las CONDICIONES DEL SUELO HABÍAN VARIADO.

La Cristalina es otro ejemplo adecuado par probar mi aserto de que ciertas variedades de caña rendirán mayores beneficios en determinado tipo de suelo. Aunque no tan resistente como la Otahaiti, la Cristalina fracasó también cuando el terreno se empobreció; se le enfermaron las raíces y consecuentemente, disminuyó sus rendimientos de manera notable. Se está sustituyendo la Cristalina por otras cañas no porque no sea una excelente variedad, sino porque hay otras de mayor resistencia y mejor adaptación a las condiciones del suelo.

La introducción de variedades para suplir las demandas del campo siguió y las estaciones experimentales Insular y Federal se ocuparon preferentemente en perfeccionar en cuanto les fué posible la adaptación de las variedades a las necesidades del terreno. El interés público está ahora en disposición positiva y ambas partes laborando armónicamente han hecho posible en Puerto Rico la siembra científica de la caña.

El segundo punto a discutir es la relación de las nuevas variedades con el aumento de producción. Ya hemos visto que se pueden obtener mayores beneficios si la variedad adecuada se siembra en un tipo particular de suelo. Debemos ahora proceder a investigar si los resultados obtenidos en la Isla respaldan estos hechos.

La producción de azúcar en Puerto Rico en 1913, fué 379,171 toneladas cortas; en 1924, 447,597, toneladas cortas; en 1925, 660,411; en 1926, 603,240; en 1927, 621,000 toneladas. Si tomamos las cifras emitidas por el Departamento Insular de Agricultura encontraremos que en 1901, solamente se introdujeron 9 semillas en la Isla. En 1911 solamente 6. Estas semillas no eran aceptables por entonces aunque se había intentado la introducción de nuevas variedades de caña para estudiar e investigar las

necesidades del suelo y la adaptabilidad de aquéllas a éste, ni el interés del público en general ni las necesidades de la industria en particular endosaron estas investigaciones. Fué en realidad en el año 1921, que comenzó el trabajo de importar nuevas variedades, pero no fué hasta 1923 que llegaron a utilizarse por los propietarios que aceptaron los modernos métodos científicos de sembrar. Desde esa fecha se han traído a la Isla 259 variedades nuevas. Dicen nuestros números que en este mismo período la producción de azúcar en Puerto Rico aumentó de 379,000 toneladas cortas en 1923, a cerca de 621,000 toneladas en 1927. El leve descenso de 57,000 toneladas en 1926, se debió a la carencia de lluvias, como se demuestra por el grabado que insertamos al discutir este factor.

Debemos, por tanto, llegar a la conclusión sumariando lo discutido que el reciente aumento en la la producción de azúcar en Puerto Rico se debió a la siembra científica de las variedades de caña y la adaptabilidad de éstas a las necesidades y las circunstancias del suelo. No hay motivo porque el área de la industria azucarera en Puerto Rico no continúe extendiéndose en lo porvenir, si se intensifica la investigación en estas líneas, siempre que el ensanche de la industria parezca conveniente a los azucareros de la Isla.

BIBLIOGRAFÍA

1. Enciclopedia Británica.
2. Informe del Comisionado de de Agricultura y Trabajo de Puerto Rico, 1924–1925.
3. A Monograph of Sugar-cane Varieties—The Journal of the Department of Agriculture, 1927.
4. Informes de Willet & Gray sobre la industria de la caña de azúcar.
5. La Condición Física del Terreno y su Labranza. Publicado por "The American Agricultural Chemical Co."
6. Los Abonos Químicos. The American Agricultural Chemical Co.
7. Informe de la Estación Experimental Insular de Puerto Rico, año 1925.
8. La Enfermedad del Matizado o Manchas Amarillas de la caña, por Rafael del Valle Zeno.
9. Revista de Agricultura de Puerto Rico, marzo, abril y diciembre de 1924.
10. Informe Anual del Laboratorio Químico para Abonos. Años 1922–23.
11. Informe Anual de la Estación Experimental Insular del Departamento de Agricultura y Trabajo de Puerto Rico. año 1925.
12. Boletín del Departamento de Agricultura, enero y abril del año 1928.

Conveniencia del Uso de las Chimeneas sin Vientos

Por FELIPE VIDAL,
Ingeniero Mecánico, Sucs. de Abarca.

En los años que llevo trabajando con Sucesores de Abarca, he tenido la oportunidad de diseñar un sinnúmero de chimeneas para centrales azucareras y para otros industrias en el país, y he podido llegar a la conclusión que las chimeneas sin vientos *self-supporting* como se llaman en inglés, son las más adecuadas y recomendables para las centrales azucareras que tienen chimeneas de hierro.

En los últimos años ha habido un cambio muy grande en la forma de quemar el bagazo y necesariamente ha habido que aumentar la altura y la capacidad de las chimeneas. El cambio ha surgido en los últimos dos o tres años en Puerto Rico, y ya tenemos un gran número de Centrales que se han modernizado en este respecto. Recuerdo muy bien que el viaje del Sr. Manuel del Valle a Cuba a la Conferencia Internacional de Azucareros hace tres años tuvo gran peso en este cambio; el Sr. del Valle se dió cuenta de la diferencia en altura de nuestras chimeneas y las de Cuba y llamó la atención a varios de nosotros que empezamos a estudiar el asunto.

Desde entonces he estado recomendando la instalación de chimeneas sin vientos y en mis frecuentes visitas a las Centrales he tenido oportunidad de discutir las ventajas de su instalación con los ingenieros de Centrales, y en muchos casos la instalación se ha hecho en esta forma. El ciclón de San Felipe vino a demostrar la conveniencia de este tipo de chimeneas, habiendo perdido sus chimeneas un gran número de Centrales que las tenían con vientos, y en la mayoría de los casos al reponerlas se han repuesto sin vientos.

La chimenea de hierro *sin vientos* ofrece las ventajas de ocupar menos espacio; ser más resistente a los vientos y huracanes; y adoptarse a la demanda moderna de chimeneas de mayor altura.

La chimenea *con vientos* que se usaba mucho anteriormente en Puerto Rico es más barata en primer costo y esto inducía a muchos dueños de Centrales a su instalación; pero este tipo de chimenea con vientos tiene un límite de altura de 150 pies y nosotros no recomendamos su instalación para mayor altura aunque algunos manufactureros se arriesgan a recomendarlas.

Sobre la mayor estabilidad y resistencia de las chimeneas *sin vientos* debo citarles un ejemplo en Pasto Viejo de una chimenea vieja de este tipo instalada anteriormente en Vieques que al instalarla en Pasto Viejo se le pusieron vientos para mayor seguridad y que durante el ciclón perdió los vientos, pero sin embargo se sostuvo en pie, en cambio que las otras cayeron.

Además de las ventajas que ofrece la chimenea *sin vientos* de ser más resistente y ocupar menos espacio, tenemos también la ventaja de la apariencia que en este caso es mucho mejor eliminando los vientos, que son tan poco atractivos y que tantos inconvenientes traen en las Centrales, y teniendo una construcción que agrada a la vista.

Tenemos instaladas muchas chimeneas de este tipo, y le recomendamos a los compañeros que tengan un problema de esta clase que resolver, que visiten a la Central Coloso, donde verán la mejor demostración de una chimenea que resistió el temporal de San Felipe siendo la chimenea de acero más alta en la Isla.

Aplicación Práctica de la Determinación del Valor pH en los Suelos de Labor

Por *Juan Amedeé Bonnet,*
Químico de la Estación Experimental.

Aplicando la hipótesis de Arrhenius sobre disociación los químicos estudian los ácidos utilizando dos métodos:

Método (1): Determinando volumétricamente el valor de titulación; o sea el número de centímetros cúbicos de una solución *standard* de álcali que neutraliza una cantidad específica de ácido.

Método (2): Midiendo la intensidad del ácido para expresar la concentración de los iones de hidrógeno en la solución.

En el primer método se determina acidez total porque la soda recoge los iones de hidrógeno ionizados y no ionizados. Por lo tanto; 20 c.c. de una solución ⅕ normal de ácido sulfúrico o 20cc. de una solución ⅕ normal de ácido acético se llevan 20cc. exactos de una solución ⅕ normal de hidróxido de sodio. De este modo no se puede distinguir el ácido fuerte del débil y cuando hay presentes ácidos polibásicos como el fosfórico, se obtienen distintos valores en la titulación porque a veces suelen entrar en la reacción uno o más átomos de hidrógeno. También hay que considerar que distintos indicadores dan valores numéricos diferentes en la titulación y otras veces una mezcla de ácidos débiles no demuestra una distinción clara en los cambios de color del indicador.

En el segundo método la concentración de iones de hidrógeno se mide electrométricamente con el electrodo de hidrógeno o indirectamente con indicadores y soluciones *buffer standard.*

Ambos de estos métodos han sido aplicados en el estudio de acidez de los suelos de labor. Un tercer método más reciente se funda en la teoría de Gedroiz sobre el intercambio de bases; la cual ha revolucionado las antiguas teorías sobre fijación de bases en el suelo considerando el complejo arcilloso como un núcleo esponjoso capaz de retener adheridas en la superficie iones de calcio (Ca′), magnesio (Mg), potasio (K′), sodio (Na′) e hidrógeno (H′); construcción similar a la sal de un anión y catión y como tales sales habiendo un intercambio equivalente de cationes; el cual es regido por las leyes estequiométricas. Para simplificar este trabajo haré caso omiso de este tercer método.

En la aplicación del método (1) a los suelos de labor se han usado varios métodos para determinar la falta de cal de los terrenos (*lime requirement*) tales como el de Hopkins, Jones, Hutchinson, McLenna; etc.

Los primeros métodos usaban una extracción acuosa del terreno. El error de este procedimiento consistía en que el agua no disolvía los ácidos orgánicos. Hopkins razonó que una solución de sal neutra formaría sales de ácido húmico liberando los ácidos minerales y recomendó el siguiente método:

Cien gramos de terreno se agitan por tres horas con 250cc. de una solución al 5 por ciento de cloruro de sodio. Se toman 125cc. del filtrado claro y hervido y se titula con álcali *standard* usando fenoltaleína como indicador. El resultado multiplicado por 4 da la acidez en término de álcali *standard* para neutralizar 100 gramos de tierra.

El error del método Hopkins está en que el aluminio de los silicatos neutrales hidratados es reemplazado por sodio y se forma una solución ácida de cloruro de aluminio. Por lo tanto, parte de la acidez viene del cloruro de aluminio u otra base que forme una sal ácida. La Asociación Oficial de Químicos Agrícolas Americanos recomendó en una de sus ediciones viejas la extracción con nitrato de potasio normal. Este método tiene el mismo error que el de Hopkins.

El método de Jones recomienda una extracción por media hora de 10 gramos de terreno que pasé por un tamiz de 20 mesh, con 200cc de una solución de acetato de calcio 28 normal. El ácido acético liberado se titula con soda 1/50 normal usando fenolftaleína como indicador.

Carleton (1) en su trabajo comparando el método Jones con el pH de algunas tierras de Quebec encontró alguna correlación de pH y *"Lime requirement"* entre terrenos del mismo tipo. En cambio otros terrenos con un "lime requirement" bajo permanencia ligeramente alcalinos después de echar la cal. La explicación para esto está en que el método Jones usa fenolftaleína como indicador; el cual cambia de color a pH 8.4 o sea 1.4 puntos sobre el punto neutro. Por lo tanto la cal calculada es informada a base de pH 8.4 y no a base de pH 7.0. Otros terrenos que daban un "lime requirement" alto permanecían ácidos después de echar la cal. Esto se debe a la acción "buffer" de ciertos terrenos que toleran considerable cantidad de álcalis sin cambiar el pH.

El método Hutchinson-Mc.Lennan (2) es el favorito en Europa y consiste en agitar por 3 horas, 15 gramos de tierra con una solución 0.02 normal de bicarbonato de cal. Con la diferencia entre la titulación primitiva y la final se calcula la cantidad de cal fijada. La capacidad *buffer* del terreno para álcalis también es motivo para que determinaciones por este método no concuerden con el pH.

Si las soluciones que se encuentran en los procesos químicos, bacte-

riológicos o patológicos fueran de un ácido o álcali puro conocido, sería fácil calcular el pH conociendo los valores de titulación y los constantes de ionización. No siendo éste el caso por la presencia de sales *buffer* hay que recurrir al método colorimétrico o electrométrico para determinar pH.

El método colorimétrico se funda en que varios indicadores cambian de color cuando se les añaden soluciones de acidez o alcalinidad diferente. Teóricamente; litmus y otros indicadores se pueden usar para determinar pH; pero en la práctica el error es muy grande. Esto se debe a que el margen de cambio de color para litmus es muy variable (pH 4.6 a 8.4) y los cambios de color son indistintos. En la práctica actual, soluciones alcalinas a litmus, eran ácidas al pH. Para hacer determinaciones exactas de pH se usan indicadores con márgenes cortos para que los cambios de color sean más claros. (3).

Las determinaciones más aproximadas y rápidas para pH en los terrenos de labor se hacen saturando el terreno con un indicador de variación pH conocida y comparando el color del líquido con un *chart* de colores para indicadores. La casa La Motte provee el material necesario en una cajita manuable para esta clase de trabajo.

Para determinaciones más exactas la casa La Motte vende soluciones *buffer standard* con un color y pH fijo. 10cc de la solución acuosa del terreno se mezclan con ½ cc del indicador y se compara con estos *standards* en el Comparador La Motte; aparato muy conocido por los químicos de la industria azucarera.

Hay distintos métodos para preparar las soluciones *buffer standard* en el laboratorio tales como el de Clark-Lubs; Sorencen, etc. (4).

Es preciso renovar entre tiempo los *standards buffer* para evitar absorción del indicador por las sales presentes. El método colorimétrico es muy práctico y da resultados que concuerdan con el método electrométrico según los experimentos de Gillespie (5) y Pierro y Parker. (6)

El método electrométrico prescinde de las soluciones *buffer standard* y es más exacto. Algunos lo aplican usando el electrodo de hidrógeno. Este electrodo se prepara con un metal noble cubierto con platino negro; el cual tiene la propiedad de retener grandes cantidades de hidrógeno. En la aplicación de este método se han perfeccionado varios aparatos. El procedimiento consiste en pasar hidrógeno de un generador por un electrodo y la solución analizada. Con la diferencia de potencia eléctrica entre la solución y el electrodo; la cual depende de la concentración de iones de hidrógeno en solución se calcula indirectamente el pH. La preparación para la aplicación de este método es laboriosa; requiere treinta minutos para establecer equilibrio y hay el riesgo de que el hidrógeno reduzca los nitratos presentes. El uso del electrodo de quinhidrona de Biilman es más exacto y rápido. La quinhidrona se disocia de manera especial en la presencia de un electrodo de platino y se usa indirectamente para medir valores pH. En soluciones con pH más de 8.0 no se puede aplicar por disociarse la quinhidrona de otra manera.

Gillespie (5) recomienda un método colorimétrico para determinar pH; en el cual prescinde de las soluciones *buffer standard* utilizando un comparador especial.

El factor más importante en la determinación de pH en los suelos de labor está en la preparación del extracto acuoso del terreno. El valor práctico de varias determinaciones de pH en los suelos de labor se ha perdido por falta de cuidado en la preparación de la solución. La proporción del terreno a agua puede variar entre ciertos límites. Se han preparado extracciones de 1–2; 1–3; 1–5; etc. Una solución *buffer* se puede diluir moderadamente sin alterar seriamente el pH. (7) Una dilución 1–5 no afectará el resultado debido al pequeño cambio de la concentración actual de hidrógeno. Michaelis encontró muy poco cambio en el pH de la sangre al diluirse. Paul, haciendo experimentos con vinos en el 1914, encontró que el pH era afectado poco por la dilución. Henderson y Palmer encontraron lo mismo en análisis de orines.

Los primeros investigadores usaron papel de filtro para filtrar el extracto acuoso del terreno. No fué esto práctico por pasar los coloides el filtro y dar un filtrado turbio difícil de comparar en colorimetría.

Algunos cometieron el error de evaporar la solución antes de determinar el pH. Los bicarbonatos en solución al calentarse se convierten en carbonatos. Como la reacción alcalina de los carbonatos en solución es más fuerte que la reacción alcalina de los bicarbonatos el terreno da un pH más alto.

La filtración al vacío por el filtro Chamberland u otro filtro tiene la desventaja de que el filtro absorba bases o ácidos del terreno. Al usar este filtro para otro terreno hay el temor de contaminar el nuevo terreno con las bases o ácidos absorbidos. No se puede usar mucha succión para terrenos con pH. bajo.

Si se centrifuga el extracto, el líquido separado es turbio debido a los coloides presentes.

El método más práctico es el que se funda en la difusión rápida de sustancias en solución a través de una membrana de colodión. En 1915 Levy y sus subalternos la usaron para determinar pH en la sangre. Parker y Tidmore fueron los primeros según Pierre en usar el colodión para extractos de terrenos. Este se prepara en forma de saco usando la modificación que al método Loeb dan Pierre y Parker (6):

Colodión "Merck's Blue Layer" se echa de un matraz Elenmeyer de 150 ó 250cc el cual previamente ha sido enjuagado con alcohol al 95 por ciento para remover el agua. La presencia de agua aún en pequeñas cantidades produce sacos débiles y opacos. El matraz se gira en forma de círculo para cubrirlo interiormente hasta el cuello con una capa uni-

forme de colodión. Es necesario que el cristal del matraz sea liso libre de mella para darle consistencia a las capas de colodión. El exceso de colodión se echa dentro de la botella original y el matraz se pone a escurrir por 8 ó 10 minutos. Se deja correr agua dentro del matraz por 3 ó 5 minutos. Se bota el agua; se afloja la membrana de colodión del cuello del matraz y se vierte agua entre la membrana de colodión y el cristal desprendiéndose un saco de colodión el cual se preserva en agua conteniendo algunas gotas de tolueno. Antes de usar el saco se lava con agua destilada y se pone en un matraz del mismo tamaño que se usó en la preparación. Se vierte el terreno dentro del saco y se le echa agua destilada parte fuera y parte dentro hasta formar la proporción de dilución deseada. Pierre y Parker recomiendan una dilución 1 a 5. Se recoge el cuello del saco y se cubre el matraz con tapón de goma. De esta manera se facilita la agitación y no se seca el cuello del saco. Diez y ocho horas son necesarias para establecer el equilibrio de la difusión siempre y cuando se mueva ocasionalmente.

El saco de colodión nada absorbe y se puede usar para varias determinaciones sin peligro alguno. La solución es más clara que por cualquier otro medio.

Charlton (8) para determinar la capacidad *buffer* ácida de algunos terrenos de Burma, India, dedicados al cultivo de arroz, centrifugó por 24 horas a 30°C, 20 gramos del terreno con diferentes ácidos diluidos y encontró que el ácido sulfúrico daba un centrifugado mucho más claro que los otros ácidos. Se determinaba pH antes y después del tratamiento. Para determinar la capacidad *buffer* a los álcalis trató el terreno con 10cc de soluciones 1/10 normal de los siguientes álcalis: carbonato de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de sodio, hidróxido de bario y también con 0.02 gramo de óxido de magnesio en polvo. A cada uno le añadió 100cc de agua destilada. Encontró que el hidróxido de bario 1/10 normal daba el mejor resultado. Los extractos de carbonato de sodio, de hidróxido de sodio e hidróxido de potasio disolvían el hierro presente y daban soluciones con color. Descartó el magnesio por ser poco soluble y tomar mucho tiempo la reacción en llegar a equilibrio.

Pierre y Parker usando el saco de colodión modificaron el método que usó Charlton para determinar la acción buffer de los terrenos de la siguiente manera:

En cada una de una serie de botellas Erlenmeyer de 150cc; por lo general 8; se echa un saco de colodión con 20 gramos de terreno. Se le añaden cantidades distintas de ácido sulfúrico 1/10 normal o de hidróxido de bario 1/10 normal a todas las botellas menos la última; aumentando la concentración desde la primera hasta la penúltima. Se añade agua destilada; parte dentro, parte fuera de los sacos para hacer un volumen de

BH 10(12) en "Los Caños". Gran cultura a los 10 meses. Hay 45 acres en este predio.

solución de 100cc o sea un extracto 1 a 5. Se doblan los cuellos de los sacos; se tapan las botellas; se mueven 5 ó 6 horas y se determina el pH. Se mueven las botellas 5 ó 6 veces más y se determina otra vez el pH. Si la diferencia entre los dos pH es de 0.05 se usan las lecturas preliminares.

Para calcular la capacidad *buffer* Charlton asume el margen de fertilidad de los suelos entre pH 4.5 y 9.5. La capacidad total *buffer* para ácido representa el número de cc de ácido sulfúrico normal necesarios para traer la reacción de 100 gramos del terreno a pH 4.8. La capacidad *buffer* específica es la capacidad *buffer* por unidad pH, y Charlton la expresó con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{c.c. ácido sulfúrico normal usado}}{\text{X—4.5}}$$

X = al pH del terreno antes del tratamiento.

La capacidad *buffer* específica para álcali se calcula con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{c.c hidróxido de bario normal usado}}{\text{9.5—X}}$$

Los terrenos no calcáreos de Burma dieron un valor *buffer* para ácido por unidad pH de 0.92 a 3.42 con un promedio de 2.04. Los mejores terrenos de reacción ácida tienen los valores más altos. El promedio para álcali fué de 4.94.

Crowther y Martin (9) encontraron que por lo general terrenos arenosos tenían menos acción *buffer* que terrenos arcillosos o los que contenían mucho humus. Según Sharp y Hoagland (10) los valores extremos para pH en terreno son de 3.7 a 9.7. En Inglaterra los límites son de 4.0 a 8.3 a pesar de no ser muy corriente encontrar valores menos de 5.0. Se han informado terrenos turbosos con pH. 3.0. Los terrenos fértiles normales tienen un pH. de 7.0 a 8.0.

Baver (11) recomienda usar muestras frescas y húmedas de terrenos para estudios detallados de pH y muestras secas al aire para estudios corrientes. Dice que las muestras de terrenos no deben molerse.

Wherry llevó indicadores al campo y correlacionó el medio viviente de aquí algunas especies de plantas con el pH de sus suelos. Investigaciones por O. Arrhenius en Suecia, Olsen en Dinamarca y Atkins en Inglaterra e India confirmaron que el pH del terreno tiene un gran significado para el desarrollo de las plantas.

El doctor sueco Olaf Arrhenius encontró que las remolachas de Suecia crecían mejor en un terreno neutro y mientras más ácido o alcalino es el terreno menos se adapta al crecimiento de las remolachas. Para hacer este estudio se comparó la reacción pH del terreno en cada distrito remolachero con la producción. Este mismo método lo aplicó Arrhenius (12) en Java en su estudio de pH para los terrenos cañeros. Después de hacer experimentos por un año en el campo y en tiestos llegó Arrhenius a la conclusión que los mejores rendimientos de caña Java se dan en terrenos con pH cerca de 7.0 y que la diferencia de una unidad pH a cada lado del punto neutro puede dar una disminución alrededor de 20 por ciento del rendimiento máximo. Los investigadores se encargarán de corroborar o echar por el suelo esta información: que de ser verdad ayudará mucho a los agricultroes de caña y les enseñaría cómo corregir sus terrenos para traer el pH al punto más remunerativo en producción.

En varios países se ha probado que las condiciones ácidas del suelo son nocivas al crecimiento de ciertas variedades de caña. Dice Earle (13) que algunas variedades toleran mejor la acidez o alcalinidad que otras. Alfaro encontró en Cuba que la caña Uba de mucho más baja sucrosa en terrenos moderadamente ácidos. Los Sur Africanos informan que la caña Uba en terrenos ácidos contiene cantidades notables de dextrina y almidón; lo cual dificulta el trabajo del jugo en la factoría; y que no hay almidón en la caña Uba que madura en terrenos neutros. Dice Earle que la Co 213 y otras de las híbridas "Saccharum barberi" toleran los terrenos fuertemente alcalinos de Cuba mejor que la Cristalina y mucho mejor que la Badila. En la isla de Trinidad cañas que crecen en terrenos ácidos son atacadas por el pulgón "froghopper" y las que crecen en terrenos neutros no lo son. En el Hawaii se ha observado que la enfermedad "eye spot" es más distintiva en las cañas que crecen en terrenos ácidos que en terrenos neutros o alcalinos.

Según Baver (11) la aplicación de abonos no influye grandemente la concentración de iones de hidrógeno en los suelos, con la excepción del sulfato de amoníaco que causa un aumento en la acidez. El fosfato ácido, nitrato de sodio, hueso molido, escorias básicas de Thomas y estiércol tienden a reducir la acidez. En Puerto Rico se usa mucho el sulfato de amoníaco sólo para cañas. Sabemos que ciertos terrenos toleran considerables cantidades de ácidos sin variar mucho en el pH. No obstante, esto tiene su límite. Es indispensable corregir con cal estos terrenos entre varios cultivos. Según la teoría de intercambio de bases esta acidez se debe no al ion sulfato (SO_4'') sino al ion amoniacal (NH_4') que desplaza el calcio (Ca') del núcleo arcilloso. Las bacterias nitrificantes convierten el ion amoniacal a un ion de nitrato (NO_3'). La planta absorbe los nitratos formados y queda un ion de hidrógeno (H') donde antes estaba el ion amoniacal. Repitiéndose este intercambio llegará el momento en que la acidez del núcleo arcilloso será perjudicial a la vegetación.

Resumiendo podemos decir que es necesario el estudio de curvas para conocer la tolerancia de ciertos terrenos a ácidos y álcalis a distintos pH y poder calcular con bastante exactitud la cantidad de cal necesaria para traer el terreno al pH deseado. Estos nuevos estudios del pH en terrenos con relación al cultivo deseado traerán sabias lecciones en el futuro que serán como una bendición del cielo para el agricultor que tan duro trabaja para lograr el éxito financiero de su noble empresa.

EXPERIMENTO CON VARIEDADES DE CAÑA
Hacienda Dolores, Colonia Coto, Peñuelas, P. R.
Sembrada: Octubre 26, 1926. Cosechada: Marzo 10, 1928
Edad de la Caña: 17½ meses

Variedades	Plots area en ácres	Cosechada caña libras	Brix (c)	Sucrosa	Pureza	Yield	Tonelaje caña por por acre	Tonelaje azúcar por acre	Azúcar Red.
Co–213	1/6	19, 200	19.40	16.18	83.40	11.71	57.60	6.75	1.56
POJ–228	1/2	6, 880	20.60	17.14	83.20	12.38	44.72	5.54	1.66
Merthi	1/20	3, 340	18.40	14.35	77.89	9.96	53.44	5.32	2.56
Japanese	1/8	12, 100	19.00	14.92	78.52	10.42	48.40	5.04	2.03
M–36	1/16	4, 870	19.95	16.99	85.16	12.44	38.96	4.85	1.36
POJ–36	1/16	4, 760	20.20	16.96	85.96	12.32	38.58	4.75	1.77
D–1135	1/8	11, 730	17.65	13.97	79.14	9.80	46 92	4.60	2.05
SC–12 (4)	1/16	4, 310	19.40	16.48	84.95	12.05	34.58	4.17	2.31
BH 10(12)	1/16	4, 390	18.80	15.85	84.31	11.54	35.12	4 05	2.28
POJ–979	1/13	5, 910	18.90	15.35	75.92	9.81	38.41	3.77	3.15
Co–214	1/7	8, 240	19.70	16.25	82.49	11.68	28.84	3.37	1.60
POJ–2379	1/7	7, 810	19.05	16.09	84.46	11.72	27.34	3.20	2.39
POJ–2725	1/6	9, 580	18.10	15.04	83.09	10.86	28.74	3.12	2.46
Kassoer	1/6	5, 810	14.65	10.10	69.00	6.45	43.57	2.81	2.26
POJ–1228	1/10	6, 420	16.50	12.28	74.42	8.28	32.10	2.66	2.49
POJ–826	1/6	7, 000	18.85	15.75	83.55	11.40	22.80	2.60	2.18
Tuc.–439	1/9	8, 770	15.70	10.41	66.30	6.44	39.46	2 56	2.66
Tuc.–510	1/20	4, 090	13.40	9.17	68.43	5.82	40.90	2.38	3.50
POJ–234	1/11	2, 570	19.00	15.51	81.63	11.08	14.13	1.57	1.67
Tuc.–507	1/20	1, 720	11.40	5.05	44.21	1.83	17.20	0.32	4.36

A Continuación el Récord Pluvial Suministrado por Cortesía del United States Department of Agriculture, Weather Bureau de San Juan, P. R. por el Tiempo que Ocupó el Mencionado Experimento

Mses	Enero	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agto.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1926	3 45	0.45	2.25	0.91	4.29	2.58	10.62	5.78	3.89	4.15	8.98	1.49	48 84
1927	1.31	0.95	3.92	5.01	1.25	1.82	6.37	9.59	6.76	12.09	4.55	0.08	53.72
1928	0.15	0.45	2.30										

INSULAR EXPERIMENT STATION
Experimento con Variedades, Central Rufina, Guayanilla, P. R.
Sembrada: Octubre 4, 1926. Cosechada: Febrero 13, 1928

Variedades	Plots cuerdas área	Caña cosechada	Brix (c)	Sucrosa	Pureza	Rendimiento	Tonelaje por cuerda	Tonelaje de azúcar porcuerda
B–417	.016	2, 230	21.60	19.55	90.51	14.77	69.72	10.30
BH 10(12)	.065	8, 610	20.70	18.99	19.73	14.44	65.99	9.53
SC 12(4)	.065	8, 180	20.70	18.87	91.15	14.31	62.92	9.00
B–425	.016	2, 060	19.80	18.10	91.41	13.74	64.40	8.85
EK–28	.065	7. 740	21.10	19.02	90.14	14.34	59.32	8.51
D–116	.065	5, 470	20.10	17.59	87.51	13.06	64.61	8.44
B–8409	.022	2, 780	19 05	17.23	90.44	13.01	63.94	8.32
D–448	.044	4, 980	20.10	17.64	87.67	13.12	57.27	7.51
D–168	.022	2, 710	19.00	16.26	85.58	11.93	63.33	7.44
Ba–8069	.016	1, 740	19.60	17.20	87.75	12.79	54.50	6.96
B–7924	.022	2, 510	18.15	16.09	88.65	12.03	57.73	6.95
BSF–1250	.016	2, 190	16.00	13.75	85.94	10.11	68.47	6.92
D–436	.044	5, 640	17.40	14.01	80.51	9.93	64.86	6.44
B–3922	.022	2, 090	19.50	17.40	89.23	13.05	48.07	6.27
Ba–11403	.016	1, 390	21.00	18.80	89.50	14.13	43.46	6.14
B–3747	.022	2, 110	18.80	16.63	88.45	12.42	48.53	6.03
B–268	.016	2, 160	16.80	12.88	76.66	8.86	67.63	5.98
D–695	.065	5, 920	20.20	17.45	86.38	12.87	45.37	5.84
D–419	.065	5, 530	19.60	16.71	85.21	12.24	42.538	5.72
Ba–12069	.016	1, 300	19.80	17.13	86.51	12.64	40.64	5.14
B–381	.022	2, 030	16.70	14.20	85.02	10.38	46.69	4.85
B–3859	.065	3, 510	18.80	16.13	85.79	11.85	26.90	3.19
D–689	.065	2, 960	15.80	12.89	81.56	9.21	22.69	2 09

A Continuación el Récord de Precipitación Pluvial, Tomado del United States Weather Bureau, Oficina de San Juan, en la Central San Francisco que Queda Bastante Cerca de la Pieza Tecla No. 3, Donde Está Este Experimento

Meses	Enero	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agto.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1926										1.95	2.75	0.75	
1927	2.65	0.00	2.70	2.05	2.00	0.00	4.75	1.70	3.00	4.85	2.20	0.10	26.00
1928	0.00												

REFERENCES

(1) Carleton Everett A. "Comparison of the Jones Calcium Acetate Method for Lime Requirement with the Hydrogen-Ion Concentration of Some Quebec Soils." Soil Science, 1923, Vol. XVI. pp 79–90.

(2) Valeur Pratique de la Methode Hutchinson–Mc.Lennan C. Brioux and J. Pien. First International Congress of Soil Science. Vol. II, Commission II, pp. 78.

(3) Yoe's John H. "Colorimetry" Vol. I, pp. 206.

(4) Clark's. "The Determination of Hydrogen Ions." pp. 99–114.

(5) Gillespie Louis J. "Colorimetric Determination of Hydrogen-Ions Concentration Without Buffer Mixtures With Special Reference to Soils." Soil Science, 1920, Vol. IX No. 2, pp. 115–134.

(6) Pierre W. H. and Parker F. W. "The Use of Collodion Sacks in Soil Investigation." First International Congress of Soil Science, Commission II, Vol. II, pp. 396–405.

(7) Same as (4), pp. 139.

(8) Charlton J. "The Buffer Action of Some Burma Soils." Mem. Dept. Agric. India. 7, pp. 101–121.

(9) Russell's. "Soil Condition and Plant Growth." pp. 186–187.

(10) Same as (9), pp. 189.

(11) Baver L. D. "Factors Affecting the Hydrogen-Ion Concentration of Soils." Soil Science, May 1927, XXIII. Num. 5., pp. 413.

(12) Anhenius O. "Work on Java Cane Soils." Facts About Sugar. Sept. 8–1928, Vol. 23, Num. 36.

(13) Earle F. S. "Soil Surveys." Facts About Sugar. Oct. 13–1928.

El Cruce y la Selección....

(Continuación de la página 21)

una cuerda. Estas casi siempre las propagamos en nuestras colonias dándoles el mismo cultivo que a las otras sembradas comercialmente.

En la tercera selección ya todas las variedades seleccionadas toman un carácter comercial en nuestras plantaciones y de acuerdo con su comportamiento se continúan propagando las mejores hasta conseguir, si posible fuera, una variedad que rinda comercialmente mayores beneficios que las otras que se están cultivando.

Hoy más que nunca se impone la necesidad de conseguir nuevas variedades de caña. El bajo precio del azúcar, los terrenos pobres, las enfermedades, etc., etc., son factores que nos obligarán a luchar y conseguir otras variedades que nos rindan mejores beneficios que las que actualmente cultivamos.

No hay duda que todas estas calamidades redundarán en beneficios para que en el futuro Puerto Rico pueda contar con una variedad local de caña que venga a resolver, en parte, la difícil situación que estamos atravesando.

Informe Mensual del Laboratorio de Abonos

Mes de Junio de 1929

Por Rafael Vilá Mayo, Jefe Químico para Abonos

Durante este mes se efectuaron los siguientes trabajos analíticos:

21 muestras de abonos mezclados con 88 determinaciones y 3 repeticiones representando 19,768 sacos de 200 libras.

2 muestras deficientes. Una en ácido fosfórico y otra en potasa representando 1,050 sacos de 200 libras.

7 muestras de sulfato de amoníaco con 3 determinaciones representando 10,200 sacos de 200 libras.

Sitio y número de muestras tomados oficiales:

Vilá Mayo	15	Simons	2
Ramírez	3	Texidor	3
Gómez	9	Marques Seín	2
Márquez	4	Rosa González	3

Muestras tomadas por los encargadas en:

Fajardo	7	Caguas	4
Río Piedras	4	Guayama	4
Humacao	9	Toa Baja	4
Villalba	2	San Germán	3
Canóvanas	1	Naguabo Playa	1
Aguadilla	2	Maunabo	1

Resultados Obtenidos

Número de Muestras	Marca de fábrica	Número de sacos	Garantía	Observaciones
4	International	1,440	12-6-5	Dentro de la garantía
1	International	350	14-8-4	Dentro de la garantía
4	Cañero	6,000	12-6-5	Dentro de la garantía
5	Puerto Rico	1,400	12-6-5	Dentro de la garantía
2	Star Brand	3,075	12-6-5	Dentro de la garantía
1	8-A	150	12-6-5	Deficiente en acido fosfórico
1	8-A	170	12-6-5	Dentro de la garantía
1	Naco Brand	1,250	14-6-3	Dentro de la garantía
1	Presidente	900	12-6-5	Deficiente en potasa
1	Windmill	1,000	14-6-4	Dentro de la garantía
6	Koppel	13,500	Sulfato Amoníaco	Dentro de la garantía
1	Porto Rico	400	Sulfato Amoníaco	Dentro de la garantía

Durante este mes se efectuaron cinco viajes de inspección a distintos sitios de la Isla.

Desde el día primero del mes, el químico auxiliar, Sr. Bonnet, que prestaba servicios en este Laboratorio tomó dos meses de vacaciones con la idea de trasladarse a los Estados Unidos.

Gran parte del tiempo se dedicó a preparar el extracto del informe anual.

La Planta, el Aire y el Suelo

(Continuación de la página 9)

so agrícola. Se creía que los nitritos y nitratos eran producidos en el suelo por procesos de oxidación de la materia orgánica y que el cambio era puramente químico. Pasteur en 1862 había sugerido la posibilidad de que la formación de nitratos en el suelo fuese debida a la acción de microorganismos, hecho que fué establecido conclusivamente en 1877 por los químicos franceses Schlosing y Muntz, correspondiendo a Winogradsky la gloria de aislar el organismo nitrificante en 1890. Algunos años antes, en 1886, Gayon y Dupetit habían logrado aislar las bacterias que causan la desnitrificación en los suelos. A éstos siguieron otros descubrimientos importantes en el campo de la microbiología agrícola, siendo digno de mención el aislamiento en 1901 por Beijerink de las bacterias fijadoras de nitrógeno (azotobacter).

Es digna también de reseñarse la gran labor realizada en Francia durante el período de 1860 a 1880 por Jorge Ville para esclarecer y simplificar la teoría y práctica de los fertilizantes. Después de una serie de cuidadosos experimentos Ville llegó a la conclusión que de los catorce elementos constitutivos de la generalidad de las plantas, sólo cuatro son los que normalmente debe el agricultor incorporar a la tierra en forma de abonos: nitrógeno, fósforo, potasio, y calcio. De los resultados de estos experimentos Ville dedujo:

1. Que los fertilizantes minerales empleados aisladamente, dan poco rendimiento.

2. Que las materias nitrogenadas solas son más eficaces que las minerales, pero que la cosecha es escasa.

3. Que una combinación de materias nitrogenadas y minerales aumenta notablemente el rendimiento.

4. Que si a las materias citadas se añade caliza y humus se obtiene el máximo de producción.

Sostenía también Ville que de los cuatro elementos constitutivos esenciales a la vegetación (Nitrógeno, fósforo, potasio y calcio) existe en cada planta uno de ellos que predomina sobre los otros tres, y lo llamó *elemento dominante*. Según Ville el elemento dominante en los cereales, prados naturales y remolacha es el nitrógeno; en el maíz, sorgo y nabos el fósforo; y en las legumbres, viñas y papas el potasio, habiendo casos especiales en que existen dos elementos dominantes, mientras que en otros casos rarísimos los cuatro elementos tienen igual importancia. Ville no tenía gran fe en la utilidad del análisis químico del suelo como guía en la selección de abonos adecuados, y creía que los factores más importantes a considerar eran la composición química de la planta, la calidad y cantidad de la cosecha a producir, la naturaleza de la planta y el suelo, y las condiciones climatológicas de la región. Fué Ville quien introdujo el término *abono completo*, denominando así a las mezclas de fertilizantes que contienen los cuatro elementos constitutivos (nitrógeno, fósforo, potasio y calcio) dando el nombre de abono incompleto a aquellas mezclas

de fertilizantes en que falta uno o más de estos elementos esenciales.

A principios del presente siglo Whitney y Cameron del negociado de Suelos del Departamento de Aricultura de los Estados Unidos lanzaron la teoría de que los suelos no se agotan con cultivos sucesivos, que prácticamente todos los suelos contienen suficiente alimento para producir buenas cosechas indefinidamente y que el efecto beneficioso de los abonos se debe a que neutralizan la acción tóxica de ciertas substancias segregadas por la planta, ya que mejoran las condiciones físicas del suelo. El que originó la idea de que la planta en su metabolismo segrega por las raíces substancias que pudieran ser nocivas a la vegetación fué el francés A. P. Decandolle en 1832. Esta teoría de Whitney y Camerón no ha encontrado aceptación en el mundo científico, pero es un hecho experimental innegable que se han encontrado en el suelo substancias que como el ácido dioxiesteárico son altamente nocivas a la vegetación.

El gran progreso alcanzado durante los últimos años en la química de los coloides ha abierto nuevos horizontes a nuestros investigadores, como lo demuestran los recientes trabajos de Gedroiz y Hissink sobre los coloides arcillosos y húmicos del suelo, investigaciones que fueron iniciadas por Van Bemmelen en 1888, de cuyos trabajos me ocupé extensamente en mi anterior conferencia.

BIBLIOGRAFÍA

Hoernes—"Prehistoria"
Gras—"A History of Agriculture"
Whitney—"The Soil and Civilization.
André—"Química Vegetal"
André—"Química de Suelo"
Palladin—"Plant Physiology"
Russell—"Soil Conditions and Plant Growth"
Schlosing—"Química Agrícola"
Gain—Química Agrícola.
Hopkins—"Soil Fertility and Permanent Agriculture"
Ingle—"Agricultural Chemistry"
Enciclopedia Británica.
Diccionario Enciclopédico Hispano-Americano.
Muller—"Diccionario Universal de Agricultura".
Storer—Agriculture
Buchanan—Agricultural and Industrial Bacteriology.
Bear—Theory and Practice in the Use of Fertilizers.
Garola—"Abonos".
Legrand—"Los Abonos".

Servicio de Inspección y Cuarentena de Plantas

Informe Mensual

Por Luis A. Catoni
Jefe Inspector Cuarentenario

Se inspeccionaron 19 vapores de los Estados Unidos; 71 del extranjero; 27 goletas también del extranjero; y 14 aeroplanos procedentes de Islas Vírgenes, Santo Domingo y Cuba: El total de naves visitadas fué de *131*.

Correo: Total de paquetes de plantas y semillas inspeccionados: *254*. Aceptados: *248*. Devueltos: *6*.

Carga: Aceptada: 5,463 barriles de vegetales; 1,157 sacos de vegetales; 208 jaulas de vegetales; 4 sacos semillas de guamá; 2,506 sacos de maíz; 513 barriles de frutas y 6 jaulas de frutas.

Sellada: 274 frutas; 2 sacos frutas; 6½ cajas de frutas; 7 sacos vegetales; 6 jaulas vegetales; 2 canastas vegetales; 6 barriles vegetales; 24 vegetales; y 5 cajas vegetales.

Destruída: 10 vegetales.

Fumigada: 25,031 toneladas de caña de azúcar.

Retenida a bordo: 3 fanegas frutas; 2,239 frutas; 7 racimos de guineos; 16 cajas de frutas; 10 kilos de vegetales; 761 vegetales; 6 cajas vegetales; 32,458 libras de vegetales; 2 jaulas de vegetales; y 1½ barril de vegetales.

Equipaje: Aceptado: 371 vegetales; 9 libras de vegetales; 2 sacos de vegetales; 2 racimos de guineos; y 105 libras de semillas de vegetales.

Destruido: 11 plantas; 170 frutas; 6 bulbos; 31 cajitas de frutas; 1 paquete de recortes de rosas; 1 paquete de algodón; 14 vegetales y 5 libras de batatas.

Expreso: Aceptado: 3 cajas plantas.

Destruído: 4 melones.

Relación entre las Variedades

(Continuación de la página 13)

en los detalles estriba el perfeccionamiento de la obra.

Crédito y nuestro más profundo reconocimiento hemos de dar a la Estación Experimental Agronómica de Mayagüez y de Fajardo por su labor prolífica y sabia que en este sentido vienen realizando de algún tiempo a esta parte y de la cual nuestros sembradores han de beneficiarse muy mucho.

Guardamos nuestro más sincero agradecimiento a aquellas centrales y colonos que nos facilitan medios para realizar nuestros trabajos de experimentación, y para los compañeros que nos alientan en nuestros empeños con sus sabios consejos y constructiva crítica, nuestra eterna gratitud.

Abonos para Caña de....

(Continuación de la página 27)

trógeno usado por acre (9) es de 180 libras, de ácido fosfórico 63 libras, y de potasa 80 libras.

En Puerto Rico la práctica más generalizada es la de abonar la caña con una primera aplicación de 600 a 800 libras por cuerda de abono mezclado seguida un poco más tarde por una segunda aplicación de sulfato de amoníaco a razón de 300 a 400 libras por cuerda. Las fórmulas *standard* de abono completo que más se usa en Puerto Rico es la 12–6–5 (amoníaco-ácido fosfórico-potasa) aunque últimamente está siendo desplazada lenta pero seguramente por fórmulas como 12-6-8, 14-6-8, 14-6-5, 14-8-4, 16-6-5, 14-4-8. La tendencia general tanto en Puerto Rico como en el mundo entero es la de aumentar el nitrógeno y la potasa y disminuir el fósforo, en la mezcla de abonos.

La introducción al mercado de abonos de los nuevos productos sintéticos nitrogenados alemanes como el leunasalpeter (sulfato-nitrato de amonía-

co), urea, los nitrophoskas, cal-urea, nitrato de amoníaco, nitrato de cal, etc., a precios un poco más bajos por unidad que los de los otros fertilizantes, ha venido a introducir un nuevo problema de cuya solución se están ocupando activamente las estaciones experimentales del mundo entero, las cuales son las llamadas a resolver la conveniencia del uso por los agricultores de estos nuevos materiales fertilizantes. El inconveniente más grande que presenta hasta ahora su uso es la dificultad en aplicarlos uniformemente al terreno debido a su pobre condición física.

Antes de terminar deseo llamar la atención de esta distinguida concurrencia sobre el papel importantísimo que han desempeñado los abonos químicos en el aumento notable en la producción azucarera de Puerto Rico en los últimos cuatro años. Es indudable que una gran parte de este aumento en producción se debe a un cambio a variedades superiores de caña, a un mejor conocimiento y control de sus enfermedades y plagas, y a una gran mejora en los métodos de cultivo, pero si examinamos las estadísticas de abonos consumidos en Puerto Rico, veremos que este aumento en producción corresponde a un aumento proporcional en el uso de materias fertilizantes, que ha subido de 43,260 toneladas consumidas en el año 1921–22 a 93,096 toneladas usadas en el año 1926–27, correspondiendo esto a un aumento en la producción de azúcar de 379,071 toneladas en el año 1922–23 a 751,331 toneladas en el año 1927–28.

Deseo dar las más expresivas gracias a los señores Agripino Roig, Marcelo Obén, E. D. Colón, R. C. Mc Connie y Manuel A. del Valle por su valiosa ayuda en la preparación de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

(1) E. D. Colón—Datos sobre la Agricultura en Puerto Rico antes de 1898.
(2) H. S. P. A. Exp. Sta. Bulletins 16 and 29.
(3) Noer Deer—Cane Sugar.
(4) S. C. 1887, 19, 509.
(5) S. C. 1897, 29, 453.
(6) W. C. Stubbs—Sugar Cane.
(7) Annual Report of the Dept. of Agriculture of Jamaica 1927.
(8) Estación Experimental Insular de P. R. Boletín 29.
(9) E. D. Roberts—Some Aspects of Sugar Cane Agriculture in Java and the Hawaiian Islands.
(10) I. A. Colón—Intercambios de bases en el suelo.
(11) I. A. Colón—Terrenos ácidos.
(12) H. Kappen—The Physiological Reaction of Fertilizers.
(13) W. H. Pierre—Nitrogenous Fertilizers and Soil Acidity.
(14) G. Klinge—Notas sobre la industria Azucarera del Hawaii.
(15) Informe Anual de la Estación Experimental Insular de P. R. (1924–25.)
(16) Coates, Fieger y Salazar—Relación de Constituyentes de Ceniza en Distintas Variedades de Caña.
(17) Russell—Soil Conditions and Plant Growth.

La Caña BH 10(12) en la Central "Los Caños" de Arecibo: Gran cultura a los 10 meses
Este campo contiene 50 cuerdas.

La Germinación de la Guajana de la *Yellow Caledonia*

(Continuación de la página 24)

sobrantes sin que ni una sola de las semillitas germinase; el restante de guajanas sembradas en el interior del *"greenhouse"* germinó aunque no tan abundantemente como la primera siembra debido a la vitalidad perdida con motivo del tiempo transcurrido.

En el año 1925 duplicamos nuestros experimentos y duplicamos los resultados del 1924. Extendimos las investigaciones sembrando guajana de Caledonia pura, que no había tenido oportunidad de cruzarse con ninguna otra variedad y esta vez no germinó ni dentro ni fuera del *greenhouse.*

El único factor diferente entre las siembras hechas dentro y fuera del *greenhouse* era la temperatura más alta en el interior que a la intemperie como lo comprueba la siguiente data:

En vista de los resultados obtenidos y confirmados por nosotros, creemos que es razonable aceptar las siguientes conclusiones:

1. La guajana de la Y.C. es fértil y puede hacerse germinar satisfactoriamente cuando ciertos requerimientos indispensables se satisfacen.

2. Las condiciones indispensables para obtener germinación de la semilla de guajana de la Y.C. son:

a. que la guajana de la Y.C. haya sido fertilizada por otra variedad cuyo polen tuviese igual grado de madurez que la inflorescencia que va a servir de madre.

b. que artificial o naturalmente la temperatura del plantel se eleva como 10° F. sobre la normal a la intemperie.

Hora	Interior	Intemperie	Hora	Interior	Intemperie
5 A. M.	80.0 F	76.0 F	1 P. M.	118.0 F	94.0 F
6	80.5 F	77.0 F	2 P. M.	105.0 F	86.0 F
7 A. M.	88.0 F	84.0 F	3 P. M.	101.0 F	85.0 F
8 A. M.	91.0 F	88.5 F	4 P. M.	96.0 F	83.5 F
Suma	339.5	325.		420.0	348.5
	84.5	81.4		105.0	87.1
9 A. M.	95.0 F	90.0 F	5 P. M.	93.0 F	82.0 E
10 A. M.	101.0 F	93.0 F	6 P. M.	90.5 F	81.0 F
11 A. M.	110.0 F	95.0 F	7 P. M.	86.5 F	78.5 F
12 N	112.0 F	96.0 F	8 P. M.	86.5 F	78.5 F
	418.0	374.0		356.5	320.0

La Pérdida de Nitrógeno en las Tierras Cultivadas de Caña

(Continuación de la página 23)

tinuación damos análisis nuestros de una pieza de caña en esta clase de terreno comparada con un cafetal que todavía quedaba (antes de San Felipe) a orillas del camino de Garrochales, frente al Cerro Tetona, jurisdicción de Barceloneta:

	Terreno Residual lavado	Terreno Residual bajo Café
Mat. Volátil	5. 55	16. 76
% N como NH_3	0. 117	0. 3215

Dejando a un lado los casos especiales de los suelos del Caño Tiburones y los residuales de la formación terciaria tenemos que el contenido medio de amoníaco de todas las tierras vírgenes fué de 0.227 por ciento, y el de todas las tierras cultivadas, 0.1177 por ciento, acusando así una pérdida del 48 por ciento del nitrógeno en el curso de los años en que unas han estado en cultivo y las otras protegidas, y a pasto. De aquí la gran importancia del nitrógeno como elemento fertilizante. Esta sería la pérdida neta luego de haberle acreditado el nitrógeno aportado a intervalos por los barbechos y pastoreo, las avenidas de los ríos, el desarrollo de leguminosas espontáneas, los disturbios atmosféricos y la fijación nitrógeno por las azotobacterias.

Estas tierras han venido sosteniendo la industria azucarera más o menos interrumpidamente por más de un siglo. Hace más de 130 años que Ledrú encontró los habitantes de la región prósperos, entre otras, en sus siembras de azúcar.

Naturalmente que esos 130 años no han sido necesarios para que se operase la pérdida del 48 por ciento en el nitrógeno contenido en las tierras. Como magistralmente explica Warrington:

"Cuando varían las condiciones del suelo, cuando se ara un prado, o se deja la tierra arada sin añadirle estiércol, hay al principio una pérdida rápida de nitrógeno que luego, pronto, se reduce relativamente. La materia orgánica menos resistente ha desaparecido. Las legiones de organismos oxidantes han disminuido en número por el hambre. Se establece un equilibrio parcial cuando la destrucción anual de la materia orgánica monta a un poco más que los residuos anuales de las cosechas y yerbas adventicias. Sin embargo, no se llega a un equilibrio absoluto, sino cuando la pérdida anual de nitrogeno es igual a la recibida de la atmósfera. La naturaleza siempre tiende a establecer un equilibrio."

Le toca a la nueva técnica agrícola el idear sistemas de cultivo que aminoren estas pérdidas; y de restituir las inevitables en su justa proporción por métodos que nos permitan competir en los mercados.

Manufactura de Abonos....

(Continuación de la página 17)

inclemencias del tiempo exhibe más humedad de la normal, la deficiencia es sólo aparente. En este caso, si bien el abono analiza bajo la garantía, la absorción de humedad ha determinado un aumento en peso que compensa la aparente falta de análisis. La diferencia sólo consiste en la distinta base de humedad que se adopta para comparar los análisis. En otras palabras, el abono nada ha perdido. Ejemplo: el fabricante pone una tonelada de abono con 2 000 libras netas, y 12 por ciento de amoníaco y 4 por ciento de humedad. Más tarde, la muestra extraída en la finca analiza 11.5 por ciento de amoníaco y 8 por ciento de humedad. Este aumento de humedad eleva a 2 087 libras el peso de la tonelada, y como se ve, $2{,}087 \times 0.115$ es igual a $2{,}000 \times 0.12$, o sea 240 libras, que es la cantidad de amoníaco que se garantizó y que está fielmente servida. Aquí reside la importancia tremenda de la determinación de humedad en todo abono que se analice, pues es así como únicamente pueden obte-

nerse estadísticas que permitan fijar el promedio normal para una fórmula dada.

Como véis, la mezcla de abonos en Puerto Rico está sujeta a la rígida exactitud de los aparatos mecánicos, y donde quiera que interviene el factor humano, una esmerada supervisión y contrastación asegura la más alta eficiencia atenible. Y en su suprema aspiración de dar servicio, el fabricante se vale de la química para garantizar al agricultor el producto acabado que el ferrocarril o el camión lleva a sus puertas.

Subscríbase a la

Revista de Agricultura

de

Puerto Rico

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y TRABAJO

GRANJA AVÍCOLA

Para conocimiento del público en general hacemos constar que la dirección de nuestra Granja Avícola es la siguiente:

GRANJA AVICOLA DE GUAYNABO
c/o Departamento de Agricultura y Trabajo
APARTADO 226 SAN JUAN, P. R.

Esta Granja tiene para distribuir en toda la isla huevos para incubar de las siguientes razas pura sangre:

Single Comb White Leghorn
Single Comb R. I. Reds
Single Comb Buff Orpingtons
Single Comb Black Jersey Giants
Single Comb Barred Plymouth Rooks

También ofrecemos pollitos de 1 a 10 días de nacidos que vendemos desde 25 a 30 centavos cada uno, de acuerdo con la edad.

El precio de los huevos para incubar es $1.00 docena, de cualquier clase y $2.00 por 15 huevos enviados por Parcel Post, C. O. D. Este precio incluye el costo del envase, franqueo, etc.

Como la demanda a menudo es mayor que las existencias, los huevos se enviarán en el orden en que se reciban las órdenes, excepto los pedidos pequeños a los cuales se les dará preferencia.

Visite la Granja y vea por sí mismo el cuidado con que se crían estos animalitos.